DIE NATURWISSENSCHAFTEN

Fünfzehnter Jahrgang | 13. Mai 1927 | Heft 19

Über weibliches Sexualhormon.

Im besonderen das Menformon.

Von Ernst Laqueur, Amsterdam.

(Aus dem Pharmaco-therapeutischen Laboratorium der Universität.)

Hormon ist ein Wort, das in den letzten Jahren viel benutzt wird, aber auch viel — wie so oft bei medizinischen Begriffen — mißbraucht ist. Man versteht darunter eine Substanz, die im lebenden Organismus produziert wird, von der Produktionsstätte durch Gewebsflüssigkeit (Lymphe, Blut) aufgenommen, durch diese verbreitet wird und dann an Stellen, meist entfernt von der Entstehungsstätte, bestimmte physiologische Wirkungen entfaltet; ὁρμᾶν heißt ansetzen. Anstatt von Hormonen spricht man auch oft, ohne daß sich die Begriffe ganz decken, von „internen Sekreten" oder „Inkreten", oder „endokrinen Substanzen". Man stellt diese in Gegensatz zu den seit langer Zeit bekannten *äußeren* Sekreten, den exokrinen Stoffen, die von bestimmten Drüsen produziert und durch besondere Ausführungsgänge entleert werden; so z. B. der Speichel von den Speicheldrüsen, die Galle von der Leber, der Harn von der Niere, das Sperma von den Hoden usw.

Während man diese äußeren Sekrete sehr früh, sozusagen direkt gesehen hat, ist man zu den internen Sekreten erst sehr spät und auf großen Umwegen gekommen. Man fand nämlich einen Zusammenhang zwischen der Existenz bestimmter Organe und hiervon räumlich entfernten biologischen Veränderungen. Zuerst dachte man, wie immer in solchen Fällen, daß dieser Zusammenhang durch das Nervensystem vermittelt sei. Es ließ sich aber feststellen, daß auch nach Ausschaltung der Nerven der genannte funktionelle Zusammenhang bestehen blieb.

Vor bald 80 Jahren sprach der Physiologe Berthold in Göttingen aus, daß der „Consensus", der z. B. zwischen den Hoden von Hähnen und der Entwicklung von den für die männlichen Tiere charakteristischen Merkmalen, Kamm und Bartlappen, Stimme, Kampflust, Fortpflanzungstrieb, vermittelt wird durch Stoffe, die von den Hoden produziert werden. Berthold ist damit der Vater der inneren Sekretion oder der Hormone geworden, obwohl für viele der große französische Physiologe Claude Bernard als solcher gilt.

Aber gerade auf dem Gebiete der Sexualzusammenhänge, wo die ersten Beobachtungen gemacht wurden, ist man erst ziemlich spät zu einer wirklichen Kenntnis der Hormone gelangt. Bei Organen, die man zu Bertholds Zeiten kaum kannte, geschweige genauer beobachtete, haben dagegen die Hormone eine ungeahnte Bedeutung erhalten.

Ich erinnere hier nur an die organischen, auch dem Laien bekannten Krankheiten, welche durch Fehlen bzw. Veränderungen bestimmter Drüsen entstehen; so an die Schilddrüse (ihre mangelhafte Entwicklung zu Myxödem führend), die Hypophyse (ihr vermehrtes Wachstum, Riesenwachstum, ihr Schwinden, schwerste Kachexie veranlassend), die Nebenschilddrüse (ihre abnorme Veränderung bewirkt Tetanie), die Nebenniere (ihre Zerstörung z. B. durch Tuberkulose läßt die sog. Bronze oder Addisonsche Krankheit entstehen), die Bauchspeicheldrüse, der Pankreas (das das Insulin produziert, dessen Fehlen den Diabetes hervorruft).

Ich wiederhole — ohne hierdurch eine völlig erschöpfende Definition geben zu wollen —, das Recht, von einem *Hormon* (gleich internem Sekret) zu sprechen, hat man eigentlich nur dann, wenn eine Substanz gefunden ist, die sich ohne weitgehende chemische Eingriffe (also im wesentlichen durch Extraktion) aus bestimmten Organen herstellen läßt, und die in den Körperkreislauf gebracht, nach Entfernung der produzierenden Organe funktionelle (hierzu auch psychische gerechnet) oder morphologische Veränderungen hervorruft, die sonst nur bei Gegenwart dieser Organe entstehen. Die Sicherheit, diese Substanz für ein „normales" Hormon anzusehen, wird erhöht, wenn man diese Substanz auch im Blute nachweisen kann, gerade dann, wenn die Veränderungen beobachtet werden.

Wir sprechen hier von „Substanzen" und hoffen, daß sie sich chemisch genau bestimmen lassen, aber zum großen Teil sind diese Hormone nur im Augenblick Stoffgemenge, durch ihre biologische Wirkung und nicht durch ihre chemischen Reaktionen zu erkennen. Gerade dies hat auf diesem ganzen Gebiet eine große Unsicherheit hervorgerufen. Denn diese biologischen Wirkungen sind oft nicht so eindeutig und scharf und stehen vor allem quantitativ in keinem so einfachen Verhältnis zu den benutzten Mengen wie chemische oder physikalische Effekte von definierten Substanzen.

Erhebliche Fortschritte sind darum erst dann auf diesem Gebiete gemacht worden, als es gelang, solch biologische Effekte zu finden, die gute, deutliche, möglichst eindeutige Reaktionen auf die fraglichen Substanzen darstellen. So ist man zum Adrenalin gekommen, als man fand, daß die Blutdruckerhöhung nach Einspritzung von bestimmten, aus der Nebenniere hergestellten Extrakten, ein Maß für diese darstellte. Man ist zum Insulin erst gelangt, nachdem in der Verminderung des Blutzuckers ein einigermaßen

quantitativer Maßstab erhalten wurde, und so zu dem — oder vorsichtiger einem weiblichen Sexualhormon, das wir bei genügendem Reinheitsgrade *Menformon* nennen, nachdem in den cyclischen Brunstveränderungen an kastrierten Nagetieren ein scharfes Reagens auf das Hormon gefunden war.

Diese Reaktion eingeführt, ja überhaupt entdeckt zu haben, daß nämlich unter dem Einfluß von Hormon diese bestimmte Veränderung sich abspielt, ist das große Verdienst amerikanischer Forscher, wie STOCKARD, PAPANICOLAOU, LONG, EVANS, ALLEN, DOISY.

Aus dem bisher Gesagten entnehme man, daß ich hier nicht auf die geradezu ungeheure Literatur eingehen will, wodurch schon bis zum Jahre 1923 wahrscheinlich gemacht war, daß ein hormonaler Zusammenhang zwischen den weiblichen Geschlechtsdrüsen und einer großen Reihe von anderen Funktionen besteht. Ich setze diesen Zusammenhang als gegeben voraus und will jetzt nur darüber sprechen: Welche Funktionen können wir jetzt beim Fehlen der Geschlechtsdrüsen unter dem Einfluß einer regelmäßig aus Organen herzustellenden Substanz ablaufen sehen, was wissen wir von dieser Substanz chemisch, und wie weit kann man sie im Organismus normalerweise nachweisen bzw. an welchen Stellen wird sie erzeugt?

Der Ausgangspunkt für die Fortschritte der letzten Jahre war, wie gesagt, die amerikanische Entdeckung erstens der normalen cyclischen Brunstveränderungen von Nagern und zweitens der relativ bequemen Methode, sie nachzuweisen.

Das Wesentliche können wir aus dem beistehenden Schema erkennen (Fig. 1).

1. Normalerweise in Ruhe (= Diöstrus, Zeit zwischen der Brunstperioden) zeigt die Vagina der Nagetiere einen sehr einfachen Bau, die Schleimhaut hat nur etwa zwei Lagen von Epithelien. Durch diese dünne Schicht dringen sehr bequem die weißen Blutkörperchen durch. Beginnt die Brunst, die man schon lange als psychische Veränderung kennt, dann verdickt sich diese Schleimhaut, sie wird 8—14 Lagen dick; die obersten Schichten verhornen zum Teil. Man nennt das Beginnstadium Proöstrus, das schnell in die volle Brunst (Östrus) übergeht. (Erwähnt sei — ohne daß wir hier darauf näher eingehen —, daß gleichzeitig mit diesen Veränderungen der Vagina die praktisch wohl noch wichtigere des Uterus einhergeht: er wird viel größer, die Schleimhaut bekommt mehr Drüsen, wird besser durchblutet usw., alles, um die Schleimhaut für die Einbettung des befruchteten Eies geeignet zu machen.)

2. Um die Veränderungen der Vagina festzustellen, ist es nun nicht nötig, die Tiere zu töten und dann histologische Präparate zu machen, sondern es genügt, während des Lebens Abstriche aus dem Inhalt der Vagina (am bequemsten mit einer Platinschlinge) anzufertigen und dann mikroskopisch zu untersuchen. In der Ruhe (Diöstrus) findet man fast nur weiße Blutkörperchen neben etwas Schleim. in der Brunst (Östrus) nur Epithelzellen, und zwar je länger die Brunst dauert, um so mehr verhornte kernlose Zellen, die zum Teil verklumpen und sog. Schollen oder Schuppen bilden. Danach kommt der Metöstrus, wobei alle neugebildeten Lagen abgestoßen werden und man wieder neben den Epithelzellen, weiße Blutkörperchen findet, die, wenn sie alles aufgeräumt haben, wieder das Bild der Diöstrus entstehen lassen.

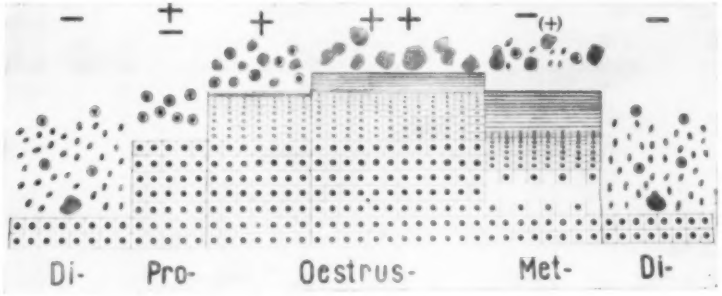


Fig. 1. Schema der Vaginalveränderungen bei der Brunst (Östrus) von Nagetieren.

3. Kastrierte Tiere zeigen dauernd das Bild des Diöstrus, oder wie man auch sagt negative (−) Bilder.

4. Spritzten nun ALLEN und DOISY usw. solchen kastrierten Tieren den Inhalt von den reifen Follikeln des Rinder-Eierstockes ein, so entstand typische Brunst mit all den genannten Veränderungen[1]).

5. Dasselbe erreichten sie nun auch mit Extrakten, die sie aus Follikelsaft oder auch Placenta bereiteten.

Die unter 3—5 genannten Tatsachen bewiesen nicht nur die Anwesenheit eines Hormons, sondern machten auch seine quantitative Messung in den ursprünglichen Substraten und den davon bereiteten Extrakten möglich. Die Extraktbereitung

[1]) Die Follikel, wenn sie reif sind GRAAFsche Follikel genannt, sind Blasen, in denen die Eier liegen; die Follikel werden bei der Reifung immer größer, rücken an die Oberfläche des Ovariums, platzen dann und entleeren dabei ihren Inhalt, darunter auch das Ei in die Bauchhöhle; dieses kommt dann meist in den Eileiter und wird durch diesen bis zum Uterus geführt, wo entweder, nachdem schon vorher die Befruchtung eingetreten ist, der Embryo sich bildet, oder das Ei zugrunde geht.

war recht umständlich und führte zu einem Produkt, das nur in fettlösenden Mitteln löslich war. Die Amerikaner meinten darum, entsprechend der allgemeinen Auffassung, daß das Hormon selbst nur eine lipoide Substanz ist, unlöslich in Wasser.

Es ist das Verdienst von B. ZONDEK, als erster hingewiesen zu haben, daß diese Unlöslichkeit vielleicht nur veranlaßt sei dadurch, daß das Hormon im Körper stets mit fettartigen Stoffen umgeben ist und von diesen bei den Darstellungsverfahren nicht genügend befreit wird.

In Gemeinschaft mit meinen holländischen Mitarbeitern DE JONGH und HART konnten wir nun den Beweis erbringen, daß man mit sehr einfacher Methode (dem sogenannten „Wasserverfahren") einen Stoff erhält, der glatt wasserlöslich ist und alle Eigenschaften des Hormons besitzt. Wir nannten diesen Stoff bei genügender Reinheit *Menformon*.

Nach dem in der Einleitung Gesagten begreift man hoffentlich ohne weiteres den Zusatz „bei genügender Reinheit". Wir können nur dann hoffen, chemisch auf diesem Gebiet weiterzukommen, wenn wir sogleich im Beginn alle Untersuchungen ausschließen, die mit sehr unreinen Substanzen gemacht werden.

Was würden wir von einem Chemiker denken, der z. B. die Zusammensetzung des Atropins ermitteln wollte dadurch, daß er ein übriggebliebenes Stück Kaninchenbraten analysiert, weil nach Genuß des Bratens bei einer ganzen Anzahl Menschen deutliche Symptome von Atropinvergiftung aufgetreten sind? In den letzten Jahren sind z. B. sicher eine ganze Menge von „Insulin" genannten Substanzen auch chemisch untersucht und die gefundenen Ergebnisse zur Charakterisierung *„des* Insulins" benutzt worden, wo vom wirklichen Insulin vielleicht auch nur ein Tausendstel und noch weniger enthalten war.

Wir definierten darum Menformon als einen Stoff, der wasserlöslich ist, und der in 1 mg mindestens 10 sog. M.E. (Mäuseeinheiten) enthalten muß, wohl wissend, daß diese Definition keine endgültige ist, sondern nur eine für den augenblicklichen Stand zweckmäßige Grenzbestimmung.

Die Einheit, und zwar Mäuseeinheit (M.E.), bedeutet nach dem Vorbild von ALLEN und DOISY, die an der Ratte arbeiteten, die kleinste Menge eines bestimmten Stoffes, die bei kastrierten Mäusen Brunst hervorrufen.

Um der Bestimmung größere Sicherheit zu geben, fügten wir aus hier nicht anzugebenden Gründen hinzu: die Einheit ist diejenige Menge, die bei 75% seit wenigstens 4 Wochen kastrierten Mäusen, bei Verteilung der Dosis über 6 Einspritzungen innerhalb 48 Stunden, im Abstrich die Leukocyten innerhalb 72 Stunden verschwinden läßt.

Wir sind jetzt imstande, bei Untersuchungen einer genügenden Anzahl von Tieren, manchmal bis zu 100 Tieren, solche Eichungen mit Genauigkeit wohl von 20%, manchmal von etwas weniger, zu machen.

Durch immer bessere Reinigungsmethoden ist es uns im Laufe des letzten Jahres geglückt, Präparate zu erhalten, bei denen $^1/_{1000}$ mg die Einheit darstellt. Wir hoffen in Analogie mit anderen Hormonen mit dieser Zahl nicht zu weit von der Reinheit des *wirklichen* Hormons entfernt zu sein.

Mit $^1/_{1000}$ mg ist die Größenordnung annähernd erreicht bzw. unterschritten, welche andere, besser bekannte Stoffe haben müssen, um noch in vivo biologische Effekte zu entfalten. Zum Beispiel gibt auch 0,001 mg des Hormons der Nebenniere des jetzt synthetisch bereiteten Adrenalins etwa die Grenzwirkungen, vom Thyroxin, dem oder besser einem Schilddrüsenhormon, ist etwa 1000mal soviel nötig, um den Stoffwechsel zu beeinflussen, beim Insulin, wo wohl im Augenblick Frl. Dr. DINGEMANSE in unserem Laboratorium die stärkst wirksame Substanz hergestellt hat (wovon 0,005 mg die Einheit ist, etwa 4mal so rein als das krystallische von ABEL), kann man mit 0,001 mg gerade noch eine Schwellenwertveränderung erhalten, beim Extrakt aus der Hypophyse liegt die Grenze für Uteruswirkungen in vivo wohl auch bei 0,001 mg.

Von physikalischen und chemischen Eigenschaften des Menformons haben wir die *Wasserlöslichkeit* schon erwähnt. Sie ist für die etwaige praktisch therapeutische Anwendung, wo es sich um tägliche, vielleicht monatelange Anwendung handelt, von großer Bedeutung, vor allem aber auch theoretisch wissenschaftlich sehr wichtig, weil man so eher hoffen darf, die Konstitution kennenzulernen. — Daß die Lösungen echt wasserlöslich sind, haben wir durch Dialyse bewiesen. Auch Konzentrationen von 1000 Einheiten pro Kubikzentimeter der reinsten Präparate, also eine 0,1proz. Lösung, sind noch wasserhell. Eine Drehung des polarisierten Lichtes war bisher nicht festzustellen. Je weniger rein das Hormon ist, um so stärker wird es adsorbiert. Diese zunächst sehr unangenehme und zu Verlust führende Eigenschaft benutzten wir später zur Reinigung. War nämlich das Menformon erst einmal zugleich mit Ballaststoffen adsorbiert, so konnte es nachher elektiv durch Phenol eluiert werden.

Auffallend ist das außerordentliche Widerstandsvermögen gegen physikalische und chemische Eingriffe. Das Hormon hält in unreiner Form (in Öl) 360° aus, in Wasser mehr als 230° bei etwa 40 Atmosphären Druck. In relativ reiner Form, also ungeschützt, kann es auch auf 190° erwärmt werden. Gleichzeitige Behandlung mit 20proz. Schwefelsäure macht es nicht wirkungslos, und ebenso behält es nach einer Stunde Kochen mit 20proz. Kalilauge seine Wirkung. — Danach ist nicht merkwürdig, daß es gegen alle Arten von Fermenten Widerstand leistet.

Gegen Reduktion ist es auch unempfindlich, dagegen ziemlich empfindlich gegen Oxydation.

Die chemische Untersuchung (Dr. DINGEMANSE) auch der bisher nicht reinsten Präparate ergab Fehlen von Phosphor und Schwefel, wahrscheinlich auch von Stickstoff. Ferner ließ sich keine Cholesterinreaktion nachweisen, auch keine Reaktionen auf Amino- oder Hydroxylgruppen.

Mit diesen negativen Auskünften müssen wir uns im Augenblick zufriedenstellen. Denn es wird noch einige Zeit dauern, bis wir z. B. 1 g der reinsten Substanz haben. Benutzt man nämlich als Ausgangsmaterial den Saft von Rinderfollikeln, die jedenfalls am leichtesten zu beschaffen sind, so würden etwa 1000 Liter, die von einer halben Million Tiere stammen, nötig sein; allein an Rohmaterial kostet dies etwa 150 000 Mk. Placenta ist eine billigere Ausgangssubstanz, aber im Augenblick ist es nicht gelungen, daraus ein so reines Produkt (1 M.E. = $^1/_{1000}$ mg) wie aus Follikelsaft herzustellen.

Was nun die *biologischen Eigenschaften* des Menformons betrifft, so sind dies zum großen Teil die gleichen, die man von unreineren Produkten feststellen konnte.

Die Tatsache, daß Menformon, und zwar 0,001 mg bei den reinsten Präparaten, schon die volle Brunst bei kastrierten Mäusen hervorrufen kann, haben wir bereits besprochen. Aber Teile dieser Menge, z. B. $^3/_{10000}$ mg, geben auch schon Veränderungen, die zwar nicht die volle Brunst sind, aber doch niemals bei kastrierten Tieren ohne Einspritzung vorkommen.

Wie bei kastrierten Tieren, so wurde Brunst mit Menformon auch bei *senilen* Tieren hervorgebracht, die spontan wochenlang keine solche mehr gezeigt hatten (normalerweise tritt bei Mäusen alle 5—7 Tage Brunst auf). In einem Falle haben wir dabei auch eine *Verjüngung* wahrgenommen (im Sinne und entsprechend Versuchen STEINACHS mit etwa hundertmal so unreinen Substraten), d. h. ein seniles Tier bekam nach einer solch künstlichen, durch Menformon aufgezwungenen Brunst danach wieder auch eine spontane Brunst.

Endlich läßt sich auch bei *jugendlichen*, bis dahin unreifen Tieren nach einigen Einspritzungen kleinster Mengen vorzeitige Brunst erzielen. Dasselbe hatten ALLEN und DOISY mit ihren etwas unreineren öligen Produkten gezeigt.

Über die vorübergehenden einmaligen Brunstveränderungen hinaus ließ sich durch die Einspritzung des Menformons ein schnelles *Wachstum* des Uterus erzielen, so daß Tiere von vier Wochen Organe bekamen, wie es solchen von vielleicht vier Monaten entsprach.

Solche Wachstumsbeschleunigungen sind mit unreineren Produkten und nach Transplantation von, augenscheinlich, hormonhaltigem Material früher wiederholt gezeigt worden; bei unseren Versuchen handelt es sich um ein Wachstum, das mit Substanzmengen von 1 mg und weniger erzeugt ist. In den Photographien (Fig. 2) sind von vier gleichalten Ratten-Schwestern Uteri und Vaginae zu sehen, und zwar stammen die kleinen Organe von nicht-, die großen von menformongespritzten Tieren[1]).

Soweit man bisher gesehen, ist mit dem Wachstum des Uterus eine *frühzeitige Reifung* des *Ovariums* nicht erzielt worden, in dem Sinne, daß nun die Brunst spontan vorzeitig nach der einmaligen künstlich aufgezwungenen eintritt. Eine solche Anregung der Keimdrüsen soll nach GOATSCH durch Fütterung mit Vorderlappen der Hypophyse zu erhalten sein. Nach Implantationsergebnissen hat nun B. ZONDEK die Rolle des Hypophysenvorderlappens anscheinend recht glücklich als Motor der Sexualfunktion charakterisiert.

Die genannte Wachstumsförderung ist spezifisch auf die weiblichen Geschlechtsorgane beschränkt, andere Organe wachsen dadurch nicht.

Recht interessant ist nun, daß die Spezifität des Hormons sich ferner darin zeigt, daß sich auch bei *männlichen* Tieren ein im wesentlichen nur auf die Geschlechtsorgane beschränkter Einfluß zeigt, aber dann gerade im entgegengesetzten Sinne: nämlich eine Wachstums*hemmung*, einen antimaskulinen bzw. feminisierenden Einfluß durch weibliche Keimdrüsen, wovon schon oft gesprochen

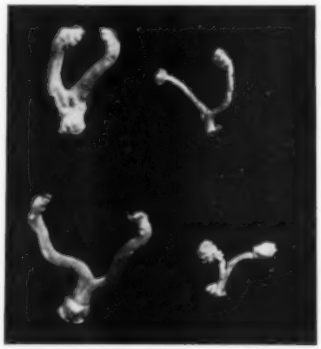


Fig. 2. Vaginae und Uteri von 4 Ratten aus demselben Nest.
l mit Menformon, *r* nicht behandelt.

worden ist. Ich erinnere an die bekannten Versuche von STEINACH, der durch Transplantation von Ovarien bei männlichen kastrierten Meerschweinchen diese Männchen sehr ähnlich ihren normalen Schwestern machte. Wir erhielten nun durch Menformon Männchen mit sehr verkümmerten Geschlechtsorganen gegenüber unbehandelten Tieren.

Fig. 3 zeigt die Geschlechtsorgane von drei Ratten aus demselben Nest. Bei diesem Versuch ist ein Kontrollversuch eingeschaltet, damit man den etwaigen Einfluß der täglichen Einspritzung von Organextrakten erkennen kann. Ein solcher ist nicht vorhanden, denn von den drei Brüdern zeigte sowohl der mit Leberextrakt behandelte (rechts) wie der unbehandelte (Mitte) große Geschlechtsorgane (Hoden, Nebenhoden, Samenblase, Glied), der mit Menformon (links) behandelte dagegen kleine Organe. Mikroskopisch zeigt sich auch, daß bei den Menformontieren, die sog. Spermatogenese (Produktion von Sperma) kaum im Gange ist, während die normalen gleichalten Tiere eine volle Entwicklung von Spermien zeigen.

[1]) Anmerkung bei der Korrektur: Auch bei den soviel schwereren Kaninchen ließ sich mit bereits $^6/_{100}$ mg Menformon in 5 Tagen eine Wachstumsbeschleunigung des Uterus hervorbringen.

In den letzten Monaten zeigte in unserem Laboratorium Dr. TAUSK, daß über diese antimaskuline Wirkung hinaus auch eine sozusagen positiv feminisierende vorliegt, indem solche mit Menformon behandelte Ratten ein auffallendes Wachstum der sekretorischen Teile der Brustdrüse zeigen: sie kann dreimal so groß werden wie von Kontrollen. Aber, und dies ist auffallend, ohne daß äußerliche Veränderungen der Zitzen und des Fettpolsters zu sehen sind. Man hat den Eindruck, ob für die Beeinflussung dieser sozusagen weniger spezifischen Teile vielleicht noch ein anderes Moment neben dem relativ reinen Hormon hinzukommen muß.

Ein weiterer charakteristischer und wieder geschlechtlich gerichteter Einfluß ließ sich hinsichtlich des *Stoffwechsels* feststellen. Es ist bekannt, daß kastrierte Tiere, auch Menschen (Eunuchen), fett werden. Das Embonpoint beginnt sowohl bei Männern wie vor allem bei Frauen um die Zeit der Rückbildung der Geschlechtsdrüsen sich leichter zu entwickeln. Man nimmt an, daß die Stoffumsetzungen dann geringer werden und so z. B. Fett, statt verbrannt, angesetzt wird. Die Zufuhr von Geschlechtshormonen soll dann wieder eine Steigerung der Verbrennung herbeiführen. Durch *eine* Gabe von Menformon ließ sich nun in der Tat bei kastrierten weiblichen Ratten eine Steigerung des Umsatzes, stärkere Aufnahme von Sauerstoff, vermehrte Abgabe von Kohlensäure nachweisen.

Um individuelle und sog. Tagesschwankungen auszuschließen, wurden immer mehrere Tiere gleichzeitig, natürlich in verschiedenen Stoffwechselapparaten beobachtet, so daß das Resultat wohl eine gewisse Sicherheit hat.

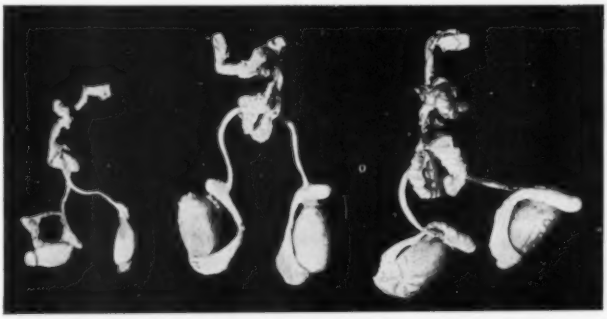


Fig. 3. Männliche Geschlechtsorgane von 3 Ratten aus demselben Nest, *l* mit Menformon, *m* nicht, *r* mit Leberextrakt behandelt.

Während nun diese weiblichen kastrierten Tiere deutlich einen Einfluß durch das Menformon erkennen ließen, fehlt ein solcher vollkommen bei männlichen Kastraten; hierbei bleibt der Stoffwechsel nach Einspritzung von Menformon vollkommen unverändert. Von geringem Einfluß, wenn überhaupt vorhanden, ist Einspritzung von Leberextrakt. Es ergibt sich also auch hier wieder ein spezifischer und wie gesagt, geschlechtsgerichteter Einfluß. Diese Spezifität ist besonders bei diesem relativ reinen Hormon, wie es das Menformon darstellt, zu erkennen. Von wenig reinen Ovarialextrakten, „Oobolin" genannt, hat z. B. KOCHMANN auch eine Wirkung auf männliche kastrierte Tiere gefunden.

Auf andere Organe, vor allem auch auf *Kreislauf* und *Atmung*, zeigt sich gar keine und so auch nicht die geringste schädliche Wirkung. Dies ist wichtig, weil man früher von unreinen Produkten immer gewisse Effekte behauptet hat. Man muß überhaupt von einer völligen Ungiftigkeit sprechen, weil man auch bei Tieren, die man monatelang (täglich bis zu 7 Monaten) eingespritzt hat, nicht die geringsten schädlichen Nebenwirkungen gesehen hat. —

Über das *Vorkommen* des Hormons nur einige Worte. Bevor man wirklich genauere Angaben hierüber machen kann, wird es nötig sein, noch schärfer die Wirkungen zu definieren, die man sämtlich verlangt, ehe man von der Anwesenheit des Hormons spricht. Es wird sich dann wahrscheinlich ergeben, daß dadurch die Effekte z. B. von den in kleinsten Mengen schon wirksamen Stoffen, wie es das Menformon darstellt, und von Extrakten z. B. aus Pflanzenteilen, die im Vergleich hiermit in geradezu ungeheuren Massen wirken, doch wohl nicht ganz identisch sind.

Mit diesem Vorbehalt, wobei wir also nicht trennen, wieweit man wirklich schon das relativ reine Hormon (Menformon) dargestellt hat, und wieweit nur mit ganz unreinen Extrakten Hormonwirkungen hervorgebracht sind, kann man wohl folgendes sagen: Weibliches Sexualhormon kommt vor, außer im Ovarium (dabei besonders im Inhalt der Follikel), in der Placenta; ferner im Inhalt der Fruchtblase mancher Tiere und zu manchen Zeiten (bei Menschen hat man es bisher nicht gefunden [ZONDEK]), es kommt vor im Blut von schwangeren Tieren und Frauen (FRANK, FELS, LOEWE). Der Merkwürdigkeit wegen sei erwähnt, daß wir es auch in den männlichen Geschlechtsdrüsen gefunden haben. In bestimmten Pflanzenteilen soll es nach DOHRN, LOEWE, POLL usw. vorhanden sein.

Über die *Entstehung* des Hormons ist wohl nur Hypothetisches zu berichten. Man darf sich vorstellen, daß die Keimzellen es erzeugen im Zusammenwirken mit anderen epithelialen Gebilden, so in dem Follikel, so in der Placenta, so im Hoden.

Ist das Hormon *artspezifisch?* Ich kann darauf glatt „Nein" antworten. Wir haben nämlich die

oben geschilderten Erscheinungen z. B. bei der Ratte sowohl mit Extrakten aus Rattenorganen (Placenta) erhalten, wie aber auch aus Extrakten von Kuh- oder Pferdeorganen, entsprechend den ursprünglichen amerikanischen Angaben. Man hat die gleichen Erfahrungen gemacht auch schon vor unseren eigenen, mit Follikelsaft von Schweinen und, was uns besonders interessiert, mit solchem aus Menschen (ALLEN, ZONDEK), man gewann ihn gelegentlich von Operationen. Andererseits hat man bestimmte Veränderungen (Menstruation) bei Affen mit Extrakten aus Rinderovarien erhalten (ALLEN). Mit einem Worte, es spricht hier nichts für eine Artspezifität, sondern alles dagegen, das bedeutet: sofern man überhaupt ein Hormon hat, so ist damit bei den verschiedenen Säugetieren eine entsprechende Wirkung hervorzurufen.

Wir können darum auch die Frage nach der *Leistung* des Hormons etwas allgemeiner stellen und beantworten.

Der wichtigste, cyclisch wiederkehrende Vorgang im weiblichen Geschlechtsleben ist das Reifen eines oder mehrerer Eier in den zugleich reifenden Follikeln, die daran anschließende Ovulation, d. i. Ausstoßen des reifen Eies, wonach es entweder befruchtet wird oder abstirbt. Solange es lebt (meist über die Embryonalzeit hinaus, noch während der Lactation) sistiert dieser Vorgang. Mit diesen Prozessen, Reifung und Platzen der Follikel, d. h. als ihre Ursache, hat das Menformon wohl nichts zu tun.

Das Hormon entsteht vielmehr erst bei der Reifung, und zwar in dem reifenden Follikel; hieraus, da es reichlich mit Blutgefäßen umgeben ist, kommt es dann in den Kreislauf, gelangt so auch an die Geschlechtsorgane, um so bei sämtlichen Säugetieren den Uterus, bei einer ganzen Reihe von ihnen auch die Vagina, zu verändern. Die Veränderungen setzen ein *vor* der Ovulation, d. i. dem Platzen des Follikels, und bereiten alles vor, damit das reife Ei befruchtet, oder wenn einmal befruchtet, gut eingebettet wird.

Bei den meisten Säugetieren kann die Befruchtung nur zu bestimmten Zeiten, eben in der Brunst, stattfinden, in dieser Zeit ist z. B. bei den hier ausführlicher behandelten Nagetieren die Vagina in einen solchen Zustand versetzt, daß sie der Kohabitation ohne Schaden Widerstand leistet (dickes, verhorntes Epithel statt des dünnen). Gleichzeitig ist der Uterus „aufnahmefähig" geworden. Kommt das reife, evtl. schon in den Tuben befruchtete Ei in den Uterus, so produziert es nun im Verein mit der entstehenden Placenta weiter Hormon, und das sorgt nun auch dafür, daß der Uterus während der ganzen Schwangerschaft wächst. Denn nach den obigen Wachstumsversuchen an jungen Tieren darf man es wohl ohne weiteres für das Wachstumshormon des Uterus halten; hierauf hat auch LOEWE besonders hingewiesen. Endlich übt das Menformon dann weiter einen Reiz auf die drüsigen Teile der Brustdrüse aus und bereitet sie für die Milchproduktion vor.

Wird das Ei nicht befruchtet, so stirbt es ab; zunächst ist dann kein Hormon im Kreislauf (keine Placenta und keine reife Follikel), und so bildet sich die Vagina und vor allem bei sämtlichen Säugetieren, auch wo die Vagina sich nicht verändert hat, der stets veränderte Uterus zurück. Diese Rückbildung des Uterus ist bei Primaten mit Blutungen verbunden, die wir *Menstruation* nennen. Dieser uns äußerlich am längsten bekannte cyclische Vorgang beim Weibe ist wahrscheinlich dem Wesen nach der wenigst bedeutsame, eben nur das Zeichen des Abbaues. Den viel wichtigeren, stets zwischen zwei Menstruationen gelegenen Auf- und Umbau des Uterus, im besonderen der Schleimhaut, hat man erst sehr spät kennengelernt, und noch viel kürzer bekannt sind cyclische Vorgänge in der Mamma, die sich ebenfalls zwischen zwei Ovulationen abspielen (SUTTER, MONROE bei Ratten, ROSENBURG, MOSKOWICZ bei Frauen). Wahrscheinlich wird hier auch jedesmal zwischen den beiden Menstruationen Drüsengewebe aufgebaut und bei der Menstruation dann wieder abgebaut[1]).

Gibt es nur *ein* weibliches Sexualhormon? Ich glaube, daß die bisher bekannten Tatsachen diese unitarische Auffassung nicht genügend stützen, daß vor allem ein Organ, von dem wir bisher gar nicht gesprochen haben, das *Corpus luteum*, hormonale Funktionen hat (L. FRAENKEL). Unter Corpus luteum (gelben Körper) versteht man den Rest des Follikels, der sich nach Platzen, Ausstoßen des Eies, weiter umbildet. Aber — im Augenblick sind wir hierüber noch viel weniger orientiert als über die Existenz des einen Hormons, das wir Menformon genannt haben.

Nur anhangsweise sei hier vor diesem Leserkreis die sich bei dem einen oder anderen doch aufdringende Frage gestreift, ob dieses neue, schon soweit gereinigte Hormon nicht auch *praktische therapeutische* Bedeutung hat. Ich glaube wohl. Nachdem sie die physiologische Wirksamkeit von solchen Präparaten neben der weitgehenden Ungiftigkeit ergeben hat, steht natürlich der Anwendung bei Hormonmangel, die soundso oft bei Menschen vorkommt, nichts entgegen. Gegenüber allen bestehenden Präparaten besitzen natürlich die einen Vorteil, welche eine bestimmte, zahlenmäßig ausdrückbare physiologische Wirkung haben und auf diese Weise in Einheiten standardisiert werden können. Es fehlen natürlich im Augenblick Erfahrungen, wieviel Einheiten für bestimmte Fälle nötig sein werden. Das auszumachen ist Sache der Praxis. Hier sei nur erwähnt, daß mit 20—50 Einheiten von Menformon schon wiederholt das Auftreten von Menstruation, nach monatelangem Fehlen von solcher, erreicht worden ist, und ferner im letzten Sommer B. ZONDEK einen Aufbau der ruhenden

[1]) Ich möchte bei dieser Gelegenheit auf die ausgezeichnete Zusammenstellung über Ovulation und Menstruation von v. MIKULICZ-RADECKY hinweisen (diese Zeitschr. 1926, Nr. 2, S. 25).

Uterusschleimhaut bei einer kastrierten Frau erhalten konnte; er benutzte hierzu ebenfalls ein standardisiertes, nach eigener Methode hergestelltes Präparat (das sog. Folliculin B), worin das Hormon auch in wasserlöslicher Form, allerdings etwas unreiner als es die Menformondefinition zuläßt, enthalten war[1]).

Aber wie gesagt, die praktischen Erfahrungen sind bisher viel zu gering, um ein abschließendes Urteil zu haben. Wie dem aber auch sein möge, die bisherigen Untersuchungen lassen wohl doch hoffen, daß sie neben den wissenschaftlichen Ergebnissen auch noch therapeutischen Nutzen zeitigen werden.

[1]) Zur Zeit wird, soweit mir bekannt, fabrikmäßig nur ein einziges wasserlösliches, standardisiertes Präparat dargestellt unter dem Namen: *Ovarialhormon Folliculin* Menformon.

Lichtenberg als Physiker.

(150 Jahre Lichtenbergsche Figuren.)

Von KARL PRZIBRAM, Wien.

Die LICHTENBERGschen Figuren haben im Laufe der Zeiten eine sehr wechselnde Einschätzung erfahren. Erst geradezu als Schlüssel zur Erkenntnis der elektrischen Fluida begrüßt, sanken sie allmählich zu einer physikalischen Spielerei von ärgerniserregender Unerklärlichkeit herab, und erst in neuester Zeit ist durch die Arbeiten von M. TOEPLER, P. O. PEDERSEN u. a. das Interesse an ihnen wieder neu erweckt worden; immer deutlicher stellt es sich heraus, daß sie sich durch Anwendung der Ionentheorie der elektrischen Entladung weitgehend deuten lassen, ja, daß sich in ihren so auffallenden polaren Unterschieden der Fundamentalunterschied: positives Ion — negatives Elektron offenbart[1]).

Die Tatsache, daß es am 3. Mai 1927 gerade 150 Jahre her sind, seit LICHTENBERG zum erstenmal über die von ihm entdeckten elektrischen Figuren berichtet hat[2]), läßt es wohl angebracht erscheinen, des merkwürdigen Mannes zu gedenken, der durch diese Entdeckung seinen Namen so fest in der Geschichte der Physik verankert hat wie durch seine glänzenden Satiren in der deutschen Literatur. Wie es zu der Entdeckung kam, hat LICHTENBERG ausführlich geschildert. Getreu seiner Maxime[3]): „Mikroskope überall zu erfinden, und wo dies nicht angeht, die Versuche im großen anzustellen, das ist der einzige Weg, direkt zum Neuen zu gelangen", hatte er sich einen riesigen Elektrophor von 6 Pariser Fuß (etwa 195 cm) Durchmesser bauen lassen. Die Wirkungen dieses Elektrophors waren entsprechend kräftig; er gab 14—15 Zoll (37,8—40,5 cm) lange Funken, „wenn man anders das, was seiner Gestalt und Wirkung nach kleinen Blitzen ähnlich war, so nennen darf", eine Bemerkung, die wirklich blitzartig den Wandel im Sprachgebrauche erhellt. Und nun heißt es weiter: „In meiner Kammer war noch alles voll von feinem Harzstaub, der beim Abhobeln und Glätten des Kuchens oder der Basis (des Elektrophors) aufgestiegen war, sich an die Wände und auf die Bücher gelegt hatte und oft bei entstehender Bewegung der Luft zu meinem großen Verdruß auf den Deckel des Elektrophors herabfiel. Nun fügte sichs, daß der Deckel, der von der Decke herabhing, einmal etwas längere Zeit von der Basis abgehoben war, so daß der Staub auf die Basis selbst fallen konnte, und da geschah es, daß er sich hier nicht, wie vorher auf dem Deckel, gleichförmig anlegte, sondern an mehreren Stellen zu meinem großen Vergnügen kleine Sternchen bildete, die anfangs zwar matt und schlecht zu erkennen waren, als ich aber den Staub mit Fleiß stärker aufstreute, sehr deutlich und schön wurden und hie und da erhabener Arbeit glichen. Es zeigten sich bisweilen unzählige kleine Sterne, ganze Milchstraßen und größere Sonnen; die Bogen waren an der hohlen Seite matt, von der erhabenen aber mit Strahlen geziert; ferner sehr niedliche kleine Ästchen, denen nicht unähnlich, welche die Kälte an den Fensterscheiben erzeugt; kleine Wolken von mannigfaltiger Gestalt und Schattierung; endlich noch mancherlei Figuren von besonderer Gestalt, von welchen ich nur eine auf der ersten Kupfertafel nebst einigen Sternchen habe abbilden lassen[1])" (s. umstehende Fig.).

Also eine Zufallsentdeckung? Gewiß. Aber LICHTENBERG hatte sie sich durch die Konstruktion seines Elektrophors verdient, und zudem ist der glücklichste Zufall stets die Anwesenheit des richtigen Beobachters; und der war LICHTENBERG.

[1]) Einen zusammenfassenden Bericht des Verfassers über die elektrischen Figuren bringt Band XIV des Handbuches der Physik von GEIGER und SCHEEL (Berlin: Julius Springer).

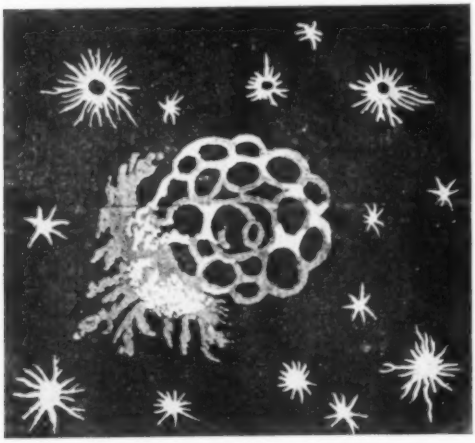
[2]) Nach dem Göttingischen Anzeiger auf das Jahr 1777, Bd. 1, S. 569 konnte LICHTENBERG seinen Bericht der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften krankheitshalber nicht persönlich erstatten; er mußte sich vielmehr durch seinen Kollegen KÄSTNER vertreten lassen.

[3]) LICHTENBERGS vermischte Schriften, herausgegeben von L. CH. LICHTENBERG und F. KRIES (im folgenden kurz mit L. bezeichnet) **9**, 154.

[1]) L. **9**, 59. Auf eine Stelle in dieser berühmten Abhandlung vom Jahre 1777 (S. 67) geht es wohl zurück, wenn in manchen Geschichten der Physik LICHTENBERG die Einführung der Bezeichnungen „positive" und „negative" Elektrizität zugeschrieben wird. Es kann sich hier aber nur um die Verquickung mit der dualistischen Theorie und um die Einführung der mathematischen Symbole $+E$ und $-E$ handeln, denn die Bezeichnungen positive und negative Elektrisierung finden sich schon bei FRANKLIN (1747, vgl. seine Briefe, deutsch von J. C. WILCKE, Leipzig, 1758), aus dessen unitarischer Theorie sie ja ungezwungen folgen.

Er hat nicht nur die Figuren, die „anfangs matt und schlecht zu erkennen" waren, sofort bemerkt, sondern in einer systematischen Versuchsreihe von klassischer Klarheit und Einfachheit die Bedingungen für ihr Zustandekommen festgestellt und sie so aus einem Spiel des Zufalls in ein reproduzierbares Objekt wissenschaftlicher Forschung verwandelt.

Bei der Erklärung der gefundenen Erscheinungen war LICHTENBERG äußerst zurückhaltend, was man seinem so leicht beweglichen Geiste besonders hoch anrechnen muß: „Aber ich muß mich jetzt aller Hypothesen über diese Erscheinungen enthalten, da es mir nicht so geglückt ist, als ich vor 11 Monaten glaubte, damit ins Reine zu kommen[1])." Seine Nachfolger waren weniger bescheiden, und



Reproduktion der Tafel I aus LICHTENBERGS erster Schrift über seine Figuren vom Jahre 1777.

so kann man ohne wesentliche Übertreibung sagen, daß es so viele Hypothesen als Arbeiter auf diesem Gebiete gegeben hat.

Weniger bekannt dürfte es sein, daß LICHTENBERG seine Figuren zur Untersuchung der atmosphärischen Elektrizität benützt hat. In Analogie zum FRANKLINschen Drachenversuch ließ er kleine Wasserstoffballons steigen, deren mit Silber durchflochtene Schnur durch einen entsprechenden Konduktor mit einer Harzplatte in Berührung gebracht wurde, bei deren nachträglicher Bestäubung die Figuren erscheinen. So erhielt LICHTENBERG bei einem Besuche VOLTAS, zu dessen „unglaublichem Vergnügen" „Sonnen von 2 Zoll Durchmesser"[2]). Ja, auch eine Art selbstregistrierendes Elektrometer nach diesem Prinzip hat er angegeben: statt der Harzplatte sollte ein mit Harz überzogener Zylinder durch eine „gemeine hölzerne Uhr oder einen Bratenwender" in Rotation gehalten werden, während ein ihn berührender Metallstift die ihm vom Kollektordraht zugeführte Elektrizität mitteilen sollte[1]).

Dafür, daß die LICHTENBERGschen Figuren nicht nur in der gelehrten Welt Aufsehen erregten, sondern auch in weiteren Kreisen eine gewisse Popularität gewannen, spricht ein kleiner Apparat, der damals in Deutschland verkauft wurde, unter dem Titel „Ein Instrument, das Gefrieren der Fensterscheiben nach Herrn Professor LICHTENBERG zu erklären". LICHTENBERG[2]), der den Apparat selbst nicht zu Gesicht bekam, meint, es müsse sich um einen Elektrophor zur Erzeugung seiner Figuren handeln, von denen er einige einmal mit Eisblumen verglichen habe, und tut die Sache mit der Bemerkung ab, man könne ebensogut jenen Apparat auch zur Erläuterung der Entwicklung der Pflanzen gebrauchen, da er eine andere Art Figuren einmal mit Schachtelhalmen verglichen habe. Goethe hat einmal bemerkt, wo LICHTENBERG einen Witz mache, da liege ein Problem verborgen. Gilt dies nicht auch hier? Geben sich hier nicht allgemeine morphologische Beziehungen zu erkennen?[3])

Menschlich interessant und wohl nicht als bloßer Zufall, sondern als gemeinsame Auswirkung erhöhten Lebensgefühles zu betrachten ist es, daß dasselbe Jahr 1777, das LICHTENBERG den größten wissenschaftlichen Erfolg brachte, auch den Beginn jener seltsamen Herzensgeschichte sah, über die der Philosoph nach ihrem tragischen Abschlusse in einem Brief an G. H. AMELUNG so ergreifend schlicht berichtet[4]) und die jüngst auch novellistisch ausgemalt worden ist[5]).

Von LICHTENBERGS sonstigen physikalischen Untersuchungen hat keine eine derart bleibende Bedeutung erlangt wie die bisher besprochene. Als weiteres Beispiel seiner scharfen Beobachtungsgabe sei aber noch angeführt, daß er bei einem erfolgreichen Versuche, 2 Stahlstückchen (eine Federmesserklinge und eine Uhrfeder) durch einen elektrischen Funken in Sauerstoff zusammenzuschweißen, bemerkte, daß bei dieser Prozedur in Wasser fallende glühende Stahltröpfchen noch unter Wasser einige Zeit weiterglühen und daß erst bei ihrem Erkalten ein Zischen auftritt, ein Vorgang, der alsbald richtig als Umkehrung des LEIDENFROSTschen Versuches erkannt wird[6]).

Für LICHTENBERGS Geschick in experimentaltechnischen Dingen sprechen seine Vorschläge zur

[1]) L., **9**, 118.

[2]) Siehe den Brief LICHTENBERGS an WOLFF in der hübsch handlichen Auswahl von LICHTENBERGS Satiren, Fragmenten und Briefen von W. HERZOG, Jena, 1907, **2**, 292. (Im folgenden mit H. bezeichnet.)

[1]) L., **9**, 105.

[2]) L., **8**, 175.

[3]) Vgl. K. PRZIBRAM, die Naturwissenschaften **8**, 103. 1920.

[4]) H., **2**, 285.

[5]) JULIUS BERSTL, LICHTENBERGS Idyll, Berlin: Mosaik-Verlag 1922.

[6]) L., **8**, 177.

Verbesserung des BENNETschen Elektroskopes[1]): Verwendung eines einzigen Blättchens, dem ein Konduktor — zur Regulierung der Empfindlichkeit mehr oder weniger — genähert wird, eines Glasgefäßes mit planen Wänden, künstliche Trocknung der Luft und Ablesung des Blättchenstandes mit einer Lupe, lauter Dinge, die wir in der späteren Entwicklung der Elektroskope wiederfinden.

Nicht zu verkennen ist indessen, daß in LICHTENBERGS wissenschaftlichem Vermächtnis mehr Pläne, Vorschläge und Vermutungen vorkommen als ausgeführte Versuche, wohl ein Ausdruck der Diskrepanz zwischen der rastlosen Tätigkeit seines Geistes und den beschränkten, ihm zu Gebote stehenden experimentellen Hilfsmitteln.

Was möchte er nicht alles versuchen! „Es muß alles probiert werden", kehrt förmlich als Refrain in seinen Notizen immer wieder. Da interessiert ihn vor allem die mögliche Beziehung zwischen Elektrizität, Magnetismus und Licht. „An einem großen Teleskop, wie das HERSCHELsche, den Spiegel zu elektrisieren und zu sehen, ob sich eine Veränderung des Bildes zeigt"[2]) oder „wenn man Spiegel aus eigentlichem Stahl verfertigte, sollten die wohl Veränderung in der Reflexion zeigen, wenn man sie einem Magneten nahebrächte?"[3]) Das später entdeckte „Anklingen" des Leuchtens phosphoreszierender Stoffe bestätigt eine andere Erwägung LICHTENBERGS. „Wenn die Erleuchtung eine Folge eines Zitterns wäre, sollte nicht irgend in der Natur ein Fall anzutreffen sein, daß ein Körper, der erleuchtet würde, heller leuchtete, je länger er erleuchtet würde?"[4])

Seine Wünsche gehen ins Große: „Solange man nicht elektrische Mühlen anlegt, wodurch man ganze Laboratorien jahrelang mit allem, was darinnen ist, elektrisieren kann, wird man in dieser Lehre noch lange zurückbleiben[5])." Häufig erinnern seine Mutmaßungen an die neuesten Entwicklungen der Physik: „Wenn das Licht trotz seiner Geschwindigkeit noch eine Schwere hat, so würde doch so etwas wie Refraktion am Horizonte erscheinen müssen, weil es von der Erde stark gezogen wird"[6]) oder: „Soweit wir mit unseren Tubis reichen können, sehen wir Sonnen, um die sich wahrscheinlich Planeten drehen; daß in unserer Erde so etwas vorgeht, davon überführt uns die Magnetnadel. Wie, wenn sich dieses noch weiter erstreckte, wenn sich in dem kleinsten Sandkörnchen ebenso Stäubchen um Stäubchen drehten, die uns so zu ruhen scheinen wie die Fixsterne?"[1]) Allerdings ist es in derartigen Fällen nicht leicht, die spätere Entwicklung weg und sich in die damalige Vorstellungswelt hineinzudenken und unbeeinflußt die Worte des Verfassers so zu verstehen, wie sie wirklich gemeint waren.

Bis zu seinem Lebensende beschäftigte LICHTENBERG der Plan eines Kompendiums der Physik, der aber nicht über eine Sammlung vermischter Notizen hinaus gediehen ist. Über die zeitgenössischen Kompendien urteilt LICHTENBERG folgendermaßen: „Ein etwas vorschnippischer Philosoph, ich glaube Hamlet, Prinz von Dänemark, hat gesagt, es gebe eine Menge Dinge im Himmel und auf der Erde, wovon nichts in unseren Kompendien stände. Hat der einfältige Mensch, der bekanntlich nicht recht bei Trost war, damit auf unsere Kompendien der Physik gestichelt, so kann man ihm getrost antworten: Gut, aber dafür stehen auch eine Menge von Dingen in unseren Kompendien, wovon weder im Himmel noch auf der Erde etwas vorkommt"[2]). LICHTENBERG hätte wohl nicht gezögert, überlegener Geist, der er war, dieses Urteil auch auf sein Werk auszudehnen (und werden die heutigen Lehrbücher — von genügend fernem Zeitpunkte aus bestrachtet — sich nicht dasselbe gefallen lassen müssen?); aber uns hätte das Buch, wäre es zustande gekommen, jedenfalls eine originelle Darstellung der damaligen Physik überliefert, erfüllt von einem Geiste, der durch Sentenzen, wie die folgenden, charakterisiert ist: „Wieviel Ideen schweben nicht zerstreut in meinem Kopfe, wovon manches Paar, wenn sie zusammenkämen, die größte Entdeckung bewirken könnte." „Man muß mit Ideen experimentieren[3])." „Es muß in der Physik fast alles neu untersucht werden, selbst die bekanntesten Dinge, weil man gerade da am wenigsten etwas Neues oder Unrichtiges vermutet[4])." „Nur ja keine Materie für erschöpft anzusehen, es gibt überall noch etwas." „Man muß etwas Neues machen, um etwas Neues zu sehen[5])." „Die Gleise oder vielmehr die gebahnten Wege sind etwas sehr Gutes, — aber wenn niemand nebenher spazierengehen wollte, so würden wir wenig von der Welt kennen[6])." Und das Querfeldeingehen in jeder Beziehung war LICHTENBERGS Art!

[1]) L., 9, 285.
[2]) L., 9, 293.
[3]) L., 9, 302.
[4]) L., 9, 273.
[5]) L., 9, 290.
[6]) L., 9, 261.

[1]) H., 1, 245.
[2]) H., 1, 95.
[3]) L., 9, 137, 138.
[4]) L., 9, 139.
[5]) L., 9, 140.
[6]) L., 9, 139.

Über die Heimat der Kirsche und ihr Vorkommen im pontischen Kleinasien.

Von K. KRAUSE, Berlin-Dahlem.

Bei einer im Sommer 1926 zu botanischen Forschungen unternommenen Reise nach dem nördlichen Kleinasien hatte ich Gelegenheit, auch die dortigen Kirschen zu studieren, und da der Pontus noch heute nicht selten als Heimat der Kirsche zitiert wird, aus der sie erst Lucullus nach Europa gebracht haben soll, kann ich vielleicht auf Grund meiner Beobachtungen einiges über ihr dortiges Vorkommen mitteilen.

Die ersten Angaben über die Kirschen des

pontischen Gebietes gehen recht weit zurück und finden sich in allerdings sehr unklarer Form bei HERODOT (IV, 23), der von den Agrippäern berichtet, daß sie aus den Früchten des Baumes „Pontikum" das sog. „Aschy" zubereiteten, das durch Auspressen mit Tüchern als schwarze Flüssigkeit gewonnen und dann ohne Zutaten oder auch zusammen mit Milch genossen wurde. K. MEYER (l. c.) sagt darüber: „Aus dieser noch heute bei den Baschkiren üblichen Sitte der Verwendung der Ahlkirschenfrüchte identifiziert man den Baum ‚Pontikum' mit *Prunus padus*, eine durchaus anfechtbare Annahme." Ich möchte mich seinem Bedenken betreffs der Indentität des Baumes „Pontikum" mit *Prunus padus* anschließen und vielleicht eher annehmen, daß er zu dem noch heute in den Wäldern des pontischen Gebietes recht häufigen und z. B. um Trapezunt auch vielfach kultivierten Kirschlorbeer, *Prunus laurocerasus*, gehört. Jedenfalls kann man die Angaben HERODOTS kaum auf die echten Kirschen beziehen. Wohl gilt dies aber für eine andere Bemerkung, die wir in der Naturgeschichte von PLINIUS den Älteren finden. Hier wird gesagt: „Ehe Lucius Lucullus den Mithridates besiegt hatte, wuchsen in Italien keine Kirschbäume. Im Jahre 680 nach Roms Erbauung brachte er den ersten aus dem Pontusgebiet nach Italien, und er hat sich in weniger als 120 Jahren bis Britannien verbreitet." Die Einführung der Kirsche, die Lucullus, wie sich aus den weiteren Ausführungen PLINIUS ergibt, aus der von ihm eroberten Stadt Kerason oder Kerasun mitgebracht haben soll, wird damit etwa auf das Jahr 74 v. Chr. gelegt.

Leider wissen wir nicht, worauf PLINIUS seine Angaben gründet, und es ist auffallend, daß z. B. PLUTARCH in seiner Lebensbeschreibung des Lucullus, die sonst viele Einzelheiten enthält, nichts von der Einführung der Kirsche sagt. Andererseits stimmt mit der Mitteilung des PLINIUS gut überein, daß die Kirsche bei älteren römischen Schriftstellern, z. B. bei CATO (234—149 v. Chr.), vollkommen fehlt, bei VARRO (um 115 v. Chr.) nur einmal erwähnt und erst bei späteren Autoren häufiger genannt wird.

Die Angaben des älteren PLINIUS hat man nachher mehrfach dahin erweitert, daß die Kirsche überhaupt erst durch Lucullus nach Europa gebracht worden sei und vorher dort gar nicht bekannt war. Das ist in dieser allgemeinen Form zweifellos nicht richtig. In Pfahlbauten der Schweiz, z. B. bei Robenhausen, ebenso in solchen Süddeutschlands, Tirols, Salzburgs und Norditaliens hat man mit Sicherheit Kirschkerne nachweisen können, und auch in Torfmooren von Bohuslän in Schweden hat man Reste von ihnen entdeckt. Es handelt sich bei diesen prähistorischen Funden stets um kleinfrüchtige Formen der Süß- oder Vogelkirsche, *Prunus avium*, die demnach unzweifelhaft schon in vorgeschichtlichen Zeiten in Europa heimisch war, eine Tatsache, die übrigens auch durch ihre heutige weite Verbreitung bestätigt wird. Noch jetzt findet sich die Vogelkirsche wild in ganz Mitteleuropa und Vorderasien. Sie reicht nördlich bis Norwegen, östlich bis zum Ural und südlich über Italien, Griechenland und Kleinasien bis zum Kaukasus. Wenn auch die Ursprünglichkeit ihres Vorkommens an manchen Stellen schwer nachzuweisen ist, so kann doch ihr Indigenat in Mitteleuropa und Vorderasien nicht bestritten werden, und zum mindesten als neuere Art ist die Süßkirsche deshalb nicht von Lucullus aus Kleinasien nach Europa eingeführt worden. Gegen diese letztere Annahme spricht übrigens auch die Tatsache, daß wir bereits vor PLINIUS bei verschiedenen älteren griechischen Schriftstellern, wie z. B. bei THEOPHRASTES (371 bis 286 v. Chr.), ferner bei DIOSCORIDES und anderen Angaben finden, die sich höchstwahrscheinlich auf die Süßkirsche beziehen und dartun, daß sie diesen Autoren bereits bekannt war.

Jedenfalls hatte also die Süßkirsche schon im Altertum eine weite Verbreitung, und zu diesem Verbreitungsgebiet gehört auch das pontische Kleinasien. Wie in anderen Teilen ihres ausgedehnten Areals kommt die Süßkirsche noch heute in den Wäldern des Pontus vor. Ich sah sie mehrfach, sowohl im Hinterland von Trapezunt wie von Kerasun, und auch K. KOCH und HANDEL-MAZETTI (l. c.) erwähnen sie, letzterer aus einem Kastanienwalde bei Stephano östlich von Trapezunt sowie aus einem Walde oberhalb Fol Köi, wo sie in einer Höhe von etwa 1200 m ü. M. vorkam. Natürlich ist es auch im pontischen Kleinasien oft schwer und manchmal überhaupt unmöglich festzustellen, ob man es bei den Süßkirschen, die man in den Wäldern findet, mit ursprünglich wilden oder nur mit verwilderten und wieder zurückgeschlagenen Formen zu tun hat. Bei dem ziemlich ausgedehnten Anbau der Kirsche, der noch heute in dem ganzen Gebiet stattfindet, ist es leicht möglich, daß es sich nicht selten um Kulturflüchtlinge handelt. Aber auch mit dieser Einschränkung kann das Indigenat der Süßkirsche im pontischen Kleinasien nicht bezweifelt werden.

War also die Vogel- oder Süßkirsche, *Prunus avium* L., wie vorgeschichtliche Funde und andere Tatsachen beweisen, bereits vor der angeblichen Einführung durch Lucullus in Europa bekannt, so bleibt die Frage, wie verhält es sich mit der anderen viel kultivierten Kirschenart, mit der Sauerkirsche *Prunus cerasus*. Hier deutet schon der lateinische Beiname auf die am Schwarzen Meere gelegene, von den Sinopern gegründete Stadt Kerasun hin, die von Lucullus erobert und zerstört, dann aber später wieder aufgebaut worden war und noch heute als malerischer Ort an der Küste liegt. Man hat mehrfach darüber gestritten, heißt die Stadt nach der Kirsche oder die letztere nach der Stadt. Nach CAUSABONUS und EUSTATHIUS ist das erstere der Fall, und der Kirschbaum selber soll seinen Namen, wie noch heute von verschiedenen Autoren angegeben wird, nach der harten, hornigen Beschaffenheit seines Holzes tragen. Gewisse Einwände sind allerdings dagegen erhoben worden, und wirklich kann man auch nur schwer das Holz

der Sauerkirsche als hornartig bezeichnen. Möglicherweise ist also doch, wie es z. B. auch ASCHERSON (l. c.) annimmt, der Name der Stadt das ursprüngliche, und man hat nach einer anderen Erklärung nur deshalb gesucht, weil man den Stadtnamen nicht erklären konnte. Vielleicht mag da eine eigene Beobachtung helfen. Nähert man sich der Stadt Kerasun vom Westen, vom Meere her — und das war im Altertum und ist in dem wegearmen Lande auch jetzt noch der einzige Annäherungsweg — so erhebt sich dicht hinter dem Ort ein Berg, der noch heute den Namen Gabelberg oder Tschatal Kaja führt, weil sein Gipfel in zwei eigenartige, steil aufragende, sich mit den überhängenden Spitzen sogar etwas einander zuneigende Hörner gespalten ist, die einen sehr merkwürdigen und auffallenden Anblick gewähren und dem ganzen Landschaftsbild ein ungemein charakteristisches Gepräge geben. Es ist vielleicht nicht ausgeschlossen, daß dieser eigenartige Horn- oder Gabelberg der vor ihm liegenden Stadt den Namen verschafft hat und daß dieser Name dann weiter auf die in der Umgebung häufigen Kirschbäume übertragen wurde. Tatsache ist jedenfalls, daß das griechische Wort keras = Horn in allen Bezeichnungen der Kirsche wiederzufinden ist, nicht nur im lateinischen cerasus, sondern ebenso im rumänischen cerisiu, im italienischen ceraso, im französischen cerise, im englischen cherry, und vor allem auch im türkischen kyrass, im armenischen keras sowie im persischen kireś. Die ähnlich lautenden Bezeichnungen in den drei letzten Sprachen sowie analoge Namen, die in Kurdistan, im Kaukasus und auf der Krim gebraucht werden, haben neuerdings Veranlassung dazu gegeben, den Ursprung des Wortes Kirsche überhaupt nicht in dem griechischen keras zu suchen, sondern einen anderen Ursprung anzunehmen. Dies geschieht vor allem von MARZELL, der in HEGIS bekannter „Pflanzenwelt Mitteleuropas" angibt, der Name der Kirsche stamme aus dem kurdisch-iranischen Sprachen. Jedenfalls hat diese Annahme mehr für sich als die gleichfalls von einigen Autoren vorgenommene Ableitung aus dem mittelhochdeutschen „kirse", dem alemannischen „chriesi", dem althochdeutschen „kirsa", die an sich zweifellos richtig ist, aber doch die Herkunft aus dem alten Worte keras oder kiras, sei es nun griechischen oder orientalischen Ursprungs, nicht ausschließt.

Für die Entstehung des Namens Kirsche im nordöstlichen Kleinasien aus den Nachbarländern spricht auch die Tatsache, daß hier die Heimat der Sauerkirsche zu suchen ist. Wie ich selbst feststellen konnte, kommt sie noch heute in zweifellos wildem Zustande im nördlichen Kleinasien vor. Allerdings scheint sie nicht häufig zu sein. Ich sah sie nicht im Hinterlande von Trapezunt, und auch HANDEL-MAZETTI (l. c.) erwähnt sie nicht von dort. Ebensowenig fand ich sie in der Gegend von Samsun und Kavak. Wohl aber sah ich sie mehrfach im Hinterlande von Kerasun, vor allem in den Bergwäldern bei Kulak Kaja, in einer Höhe von 1000—1200 m ü. M. Hier wuchs sie unter Bedingungen, die ein Verschlepptsein aus der Kultur ausgeschlossen erscheinen ließen, und daß sie hier nicht selten ist, ging auch daraus hervor, daß sie den Einheimischen sowie den Beamten der türkischen Forstverwaltung in Kerasun als „wilde Kirsche" wohl bekannt war. Sie fand sich meist in ziemlich starken und kräftigen, vereinzelt im Mischwalde stehenden Exemplaren und besaß kleine, unangenehm herb schmeckende Früchte. Auch sonst ist *Prunus cerasus* wild im nördlichen Kleinasien und den Nachbarländern festgestellt worden; C. KOCH erwähnt sie aus den pontischen Wäldern, LEDEBOUR fand sie wild bei Elisabethpol und Eriwan in Armenien und HOHENACKER bei Lenkoran in der Nähe des Kaspischen Meeres. Vielleicht tritt sie auch noch in den Balkanländern urwüchsig auf. Jedenfalls kommt sie in Vorderasien wild vor, und auf sie könnte deshalb die Angabe des älteren PLINIUS und ihre Einfuhr nach Europa durch Lucullus ganz gut zutreffen. Tatsächlich nimmt z. B. auch HEHN in seinem bekannten Werke „Kulturpflanzen und Haustiere" an, daß die aus der Gegend von Kerasun durch Lucullus nach Europa verpflanzte Kirsche die Sauerkirsche gewesen sei. Obwohl zunächst manches für diese Annahme zu sprechen scheint, wird sie heute nur noch von wenigen geteilt. Unter anderen wird gegen sie eingewendet, daß die Einführung der Sauerkirsche, nachdem die wertvollere Süßkirsche bereits bekannt war, kaum noch eine große Tat bedeutet hätte. Man neigt darum eher zu der Ansicht, daß es sich bei der von Lucullus eingeführten Kirsche um eine in der Gegend von Kerasun gezüchtete, in Europa, zum mindesten bei den Römern, allerdings noch nicht bekannte Kultursorte der Süßkirsche handelte. Nur von einer solchen kann man auch annehmen, daß sie sich in Süd- und Mitteleuropa, wo ihre Stammform bereits heimisch war, so schnell durch die Kultur weiter verbreitete, wie es dann wirklich geschah. Nach dieser letzten Auffassung würde Lucullus zwar nicht den ihm so oft zugeschriebenen Ruhm, die Kirsche nach Europa gebracht zu haben, beanspruchen können, aber das Verdienst, wenigstens seine Landsleute mit einer neuen Kultursorte der Süßkirsche bekannt gemacht zu haben, bliebe ihm doch. Allerdings wird ihm von einigen Autoren selbst dieses strittig gemacht, und K. MEYER (l. c. 14) spricht z. B. von dem Berichte des älteren PLINIUS über die Einfuhr der Kirsche durch Lucullus als von einer „patriotischen Legende". Indes dürfte diese Auffassung wenig Anhänger haben.

Wird die Meinung, die Süßkirsche wäre durch Lucullus nach Europa gebracht worden, abgelehnt, so bleibt die Frage, wie ist sie sonst aus ihrer nordasiatischen Heimat hierher gelangt. Leider findet man dafür nirgends eine ausreichende Erklärung. Es wird nur gesagt, daß sie wahrscheinlich erst nach der Süßkirsche in Europa, in Italien wohl erst zur Kaiserzeit bekannt und dann ähnlich wie diese durch die Kultur weiter verbreitet wurde.

Immerhin scheint diese Verbreitung nicht allzu schnell vor sich gegangen zu sein, denn in Alamannengräbern bei Oberflacht in Württemberg, die aus dem 6. und 7. Jahrhundert stammen, konnte BERTSCH noch neuerdings nur Reste von Süßkirschen, aber keine Sauerkirschen nachweisen. Jedenfalls wissen wir über die Einfuhr der Sauerkirsche nur sehr wenig, und ziehen wir überhaupt das Fazit aus dem Vorhergehenden, so können wir nur sagen, daß trotz der vielen Arbeiten, die über dieses Thema geschrieben sind, im Grunde doch nur wenig Sicheres über Heimat und Geschichte der Kulturkirschen bekannt ist. Wir wissen, daß die Süßkirsche schon in vorgeschichtlichen Zeiten in Mittel- und Südeuropa sowie in Vorderasien wild wuchs, daß die Sauerkirsche in ihrem natürlichen Vorkommen dagegen wohl auf Vorderasien beschränkt ist; wir nehmen an — aber durchaus nicht allgemein —, daß es sich bei der durch Lucullus eingeführten Kirsche um eine Kulturform der Süßkirsche handelte; wir vermuten den Ursprung des Wortes Kirsche im Griechischen oder vielleicht im Kurdisch-Iranischen. Leider ist die Kirsche nicht die einzige Nutzpflanze, deren Geschichte so unsicher ist; vielmehr müssen wir zugeben, daß wir auch über die Herkunft vieler anderer alter Kulturgewächse ebensowenig genauere Angaben machen können.

Wichtigste Literatur:

V. HEHN, Kulturpflanzen und Haustiere in ihrem Übergang aus Asien nach Griechenland und Italien sowie in das übrige Europa. 7. Aufl. Berlin 1902.
ASCHERSON-GRÄBNER, Synopsis der mitteleuropäischen Flora. Bd. VI, 2. Abtlg. Berlin 1906.
H. Frh. v. HANDEL-MAZETTI, Ergebnisse einer botanischen Reise in das Pontische Randgebirge im Sandschak Trapezunt. Annal. Hofmus. Wien **23**, 6—212. 1909.
G. HEGI, Illustrierte Flora von Mitteleuropa. Bd. IV, 2. Abtlg. München.
K. MEYER, Kulturgeschichtliche und systematische Beiträge zur Gattung Prunus. Berlin 1923.
A. ERLBECK, Was wissen wir über die Herkunft unserer Kirschen. Gartenflora **75**, 504—506. 1926.
K. BERTSCH, Die Obstreste aus den Alamannengräbern von Oberflacht. Ber. d. dtsch. botan. Ges. **45**, 23 bis 30. 1927.

Besprechungen.

PRINGSHEIM, HANS, **Zuckerchemie**. Unter Mitwirkung von JESAIA LEIBOWITZ. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1925. XII, 322 S. 16 × 24 cm. Preis geh. RM 16.—, geb. RM 18.—.

Es handelt sich hier um eine lehrbuchmäßige Zusammenfassung der Chemie der Zuckerarten (Mono- und Polysaccharide), welche vor allem den Chemiker und speziell den Studierenden in dieses Sondergebiet einführen soll, aber auch für die Benutzung durch andere Naturwissenschaftler geschrieben ist. Der erstlinig didaktische Zweck bestimmt die Form der Darstellung: Sie beschränkt sich im Textteil soweit wie möglich auf theoretische Erörterungen und vermeidet es, allzuweit auf Einzelheiten einzugehen. Um andererseits die Benutzung als Nachschlagewerk nicht von vornherein abzuschneiden, haben die Verfasser die Konstanten der Zucker und ihrer Derivate in zahlreichen tabellarischen Übersichten untergebracht, die mit den nötigen Literaturangaben ausgestattet sind.

Die Einteilung des Stoffes ist im wesentlichen so getroffen, daß zunächst die Konstitution der Zucker und ihrer wichtigsten Derivate, dann ihre Konfiguration, die Aminozucker und andere Verwandte der Zucker besprochen werden. Daran schließen sich Kapitel über Synthese und Abbau der Monosaccharide, über ihre biochemischen Umsetzungen, über Glucoside und Polysaccharide. Den Schluß bilden Angaben über Vorkommen, Darstellung und besondere Eigenschaften der wichtigsten Zucker.

Die Darstellung der Zuckerchemie durch dieses Lehrbuch ist als eine wohlgelungene zu bezeichnen. Daß in der kurzen Zeit seit ihrem Erscheinen die Entwicklung zu einer veränderten Auffassung einzelner wesentlicher Punkte (z. B. Struktur der Zucker, Acetonzucker, Disaccharide) geführt hat, kann den Verfassern naturgemäß nicht zur Last gelegt werden.

Ungern vermißt Referent als Einleitung eine zusammenfassende Schilderung der einfachsten Oxyaldehyde und Oxyketone, wie des Glykolaldehyds, Glycerinaldehyds, Acetols und Dioxyacetons. Diese Stoffe bilden in systematischer Beziehung wie in ihrem ganzen Verhalten das organische Bindeglied zwischen den einfachen Alkoholen, Aldehyden und Ketonen einerseits und den hydroxylreichen Zuckern andererseits. Zudem weisen die einfachen Oxyaldehyde und Oxyketone und manche ihrer Derivate schon, wenn auch in primitiverer Form, jene Neigung zur Bildung übermolekularer Verbände auf, welche in stärkerer Ausprägung für die höheren Kohlenhydrate charakteristisch ist. Ihre Schilderung hätte darum eine unvergleichliche Grundlage abgegeben, um an verhältnismäßig unkompliziertem Material die Kenntnis jener Besonderheiten zu vermitteln, welche sich aus dem gleichzeitigen Vorhandensein und dem Zusammenwirken von Hydroxyl und Carbonyl ergeben und die Vielgestaltigkeit der hydroxylreicheren Zucker und Kohlenhydrate bedingen. Einzelne in den Text verstreute Bemerkungen über Dioxyaceton und Glycerinaldehyd können in dieser Richtung nicht befriedigen, um so weniger, als die Verfasser die im Jahre 1925 nicht mehr ganz verständliche Meinung vertreten (vgl. S. 8 und S. 77), daß die Triosen, da ihnen kein γ-Kohlenstoffatom zur Verfügung steht, keine Oxocyclo-Umlagerung erleiden können.

Beachtenswert in historischer Beziehung erscheint dem Referenten die Kürze des Abschnittes „Zuckeranhydride", in welchem nur Glucosan, Lävoglucosan und die Anhydroglucose abgehandelt werden. Der Gedanke, die höheren Kohlenhydrate mit Anhydriden einfacher Mono- und Disaccharide zu identifizieren, wird vom Verfasser nicht der Erwähnung für wertgehalten. So groß war noch Ende 1924 der Glaube an die Notwendigkeit einer besonderen Ploymerisation für den Aufbau der höheren (zuckerunähnlichen) Kohlenhydrate (vgl. auch die folgende Besprechung).

Lange Jahre hat es an einer neuen Darstellung der Zuckerchemie gefehlt. Das Erscheinen des PRINGSHEIMschen Buches ist darum zu begrüßen.

M. BERGMANN, Dresden.

KARRER, PAUL, **Einführung in die Chemie der polymeren Kohlehydrate.** Ein Grundriß der Chemie der Stärke, des Glykogens, der Cellulose und anderer Polysaccharide. Bd. 3 der Sammlung: Kolloidforschung in Einzeldarstellungen, herausgegeben von R. ZSIGMONDY. Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft 1925. IX, 285 S. 15 × 22 cm. Preis geh. RM 13.—, geb. RM 16.—.

Dieser Grundriß will, wie schon der Titel ausdrückt, keine erschöpfende Darstellung der zuckerunähnlichen „Polysaccharide" geben. Vielmehr kommt es dem Verfasser in der Hauptsache darauf an, gewisse bei der intensiven Bearbeitung des Gegenstandes im Jahrzehnt vor dem Erscheinungsjahr (1925) vertretene Anschauungen über den allgemeineren Aufbau der zuckerunähnlichen Polysaccharide kritisch zu sichten und zusammenfassend darzustellen. Als Einleitung und Grundlage seiner Schilderung wählt der Verfasser die Lehre vom micellaren Bau organisierter Stoffe. Durch Verbindung mit diesem kolloidchemischen Unterbau hofft KARRER eine geeignete Stütze zu finden für das Gebäude jener Polymerisationshypothese, welche die zuckerunähnlichen Kohlehydrate durch Polymerisation engbegrenzter Elementarteilchen entstanden wissen möchte. Ein interessanter Versuch, wenn auch nicht mehr als ein Versuch! Sein theoretisch-historischer Wert liegt darin, daß hier mit Sorgfalt und Kritik alles zusammengetragen ist, was bis zum Jahre 1925 im Sinne jener Polymerisationshypothese ins Feld geführt werden konnte. Daß dieser Versuch trotzdem nicht zum Ziele führen konnte, rührt daher, daß in dem ganzen zusammengetragenen Material auch nicht ein Experiment zu finden ist, welches geeignet wäre, die Polymerisationshypothese einwandfrei zu beweisen oder ihr überhaupt einen greifbaren chemischen Inhalt zu geben durch den Nachweis der selbständigen Existenzfähigkeit besonderer eindeutiger „Elementarkörper" und durch Klarlegung jener Kräfte, welche die Polymerisation der vorausgesetzten „Elementarkörper" zum höheren Kohlehydrat besorgen. Mit erfreulicher Deutlichkeit weist vielmehr der Verfasser selbst darauf hin, daß man über diese polymerisierenden Kräfte im Jahre 1925 noch nichts Endgültiges wußte, wenn er z. B. in bezug auf Natur und Konstitution der „Elementarmolekel" der Stärke mit einiger Resignation sagt: „Die Abgrenzung des Elementarteilchens der Stärke ist nicht an sich gegeben, sondern wir können nur durch Kombination aller Forschungsergebnisse versuchen, das Elementarteilchen in der größeren Einheit, dem Micell, zu erkennen"; und an anderer Stelle: „Mit den experimentellen Ergebnissen vereinbar und daher nicht von der Hand zu weisen ist die Auffassung einer Stärkeelementarmolekel, welche 2,4,6-Maltosegruppen umfaßt, wenn nur die Bindungen zwischen den einzelnen Maltosebausteinen anderer Natur und leichter zu lösen sind als jene, welche die beiden Traubenzuckerreste zur Maltose verknüpfen . . . Hier bleibt nur die Wahl zwischen sehr lockeren glucosidischen Bindungen und Nebenvalenzverkettung. Solange wir aber Bindungen der ersten Art in der Stärke nicht kennen und die zweiten quantitativ nicht zu erfassen vermögen, hat eine weitere Diskussion darüber wenig Zweck." Noch zurückhaltender beurteilt KARRER die damaligen Ergebnisse der Chemie der Cellulose und des Inulins.

Daß die Polymerisationshypothese in den Fassungen, die von PRINGSHEIM und von KARRER in sehr zahlreichen Arbeiten vertreten wurden, auf dem Gebiete der höheren Kohlenhydrate so lange und bis heute ohne entscheidenden Erfolg bleiben mußte, dürfte mit der fehlenden Klärung ihrer Grundbegriffe zusammenhängen. Auch der immer wieder herangezogene Vergleich der Stärke mit den von F. SCHARDINGER entdeckten Polyamylosen kann diesem Mangel nicht abhelfen, solange die Chemie der Polyamylosen und ihr Verhältnis zur Stärke in den wesentlichen Punkten nicht hinreichend geklärt sind.

Seit dem Erscheinen des KARRERschen Buches hat die chemische Forschung weitere Anstrengungen gemacht, in das Aufbauprinzip der zuckerunähnlichen Kohlehydrate vom strukturchemischen Standpunkt aus einzudringen. Die neueren Ergebnisse liegen nicht im Sinne der von KARRER und von PRINGSHEIM vertretenen Polymerisationshypothese. In dem Maße, wie sie sich mehren und vertiefen, darf man hoffen, der (auch im Buche KARRERS angestrebten) Verbindung strukturchemischer und kolloidchemischer Vorstellungen auf dem Gebiete der höheren Kohlehydrate mehr und mehr greifbaren strukturchemischen Inhalt zu geben. M. BERGMANN, Dresden.

Studien zur Geschichte der Chemie. Festgabe, Edmund O. von Lippmann zum siebzigsten Geburtstage dargebracht aus nah und fern und im Auftrage der Deutschen Gesellschaft für Geschichte der Medizin und der Naturwissenschaften herausgegeben von JULIUS RUSKA. Berlin: Julius Springer 1927. VI, 242 S. und 1 Bildnis. 17 × 25 cm. Preis RM 19.50.

Eine würdige Festschrift haben E. O. v. LIPPMANN, dem hochverdienten Forscher und Geschichtsschreiber der Chemie, Freunde und Verehrer, darunter neben Deutschen Schweden, Italiener, Engländer und Amerikaner, gewidmet. Sie enthält außer einem Verzeichnisse der Werke und Schriften v. LIPPMANNS 22 verschiedene Abhandlungen. JULIUS RUSKA als Herausgeber hat sie in historischer Folge geordnet, so daß der Leser von der babylonischen Zeit über die griechische und arabische Alchemie bis zur Gegenwart geführt wird. Er hat überdies selbst in seinem Aufsatz „die siebzig Bücher des Gabir ibn Hajjan" einen höchst bemerkenswerten Beitrag geliefert. Bekanntlich sind die Werke des berühmten arabischen Alchemisten Gabir größtenteils nur in lateinischen Übersetzungen bekannt, was auch für die als „die siebzig Bücher" bezeichnete Schrift gilt. Kürzlich ist es aber RUSKA gelungen, unter arabischen, in Kairo befindlichen Handschriften den arabischen Text dieser Schrift in 2 Exemplaren zu ermitteln und in Kopien für das von ihm geleitete „Heidelberger Institut für Geschichte der Naturwissenschaften" zu erwerben. Er gibt hier eine „erste Übersicht über den unvergleichlich kostbaren Fund" und erweckt die Hoffnung, daß dieser im Verein mit ähnlichen Funden zur Lösung der vielen die arabische Chemie betreffenden Rätsel entscheidend beitragen wird. Ebenfalls mit Gabir, und zwar seiner Herkunft und seinem Bildungsgange, beschäftigt sich ERIC JOHN HOLMYARD-BRISTOL. Die Abhandlung von GEORG LOCKEMANN „Der chemische Unterricht an den deutschen Universitäten im ersten Viertel des neunzehnten Jahrhunderts" ist gleichfalls für weitere Kreise von Interesse. Die sehr dankenswerte Untersuchung lehrt, daß in jenem Zeitabschnitt, so sehr auch an den deutschen Universitäten die Naturphilosophie vorherrschte, dennoch an einzelnen von ihnen, besonders in Göttingen und Jena, praktischer Laboratoriumsunterricht erteilt wurde, was aber nicht hindert, das Verdienst LIEBIGS um die Begründung des modernen chemischen Hochschulunterrichts wie bisher anzuerkennen. Zu dieser Arbeit bietet der Aufsatz „BERZELIUS und HWASSER, ein Blatt aus der Geschichte der schwedischen Naturforschung" eine gewisse Ergänzung. Ihr Verfasser, HENRIK GUSTAV SÖDERBAUM-Stockholm, zeigt nämlich, daß zugleich wie in Deutsch-

land auch in den skandinavischen Ländern viele Naturforscher — so der Mediziner HWASSER im Gegensatz zu dem großen Empiriker BERZELIUS — dem spekulativ-naturphilosophischen Geiste huldigten. Schließlich sei noch auf die Abhandlung von KURT BRAUER hingewiesen; sie ist von gleichem Interesse für die Naturforscher wie für die Goetheforscher, denn sie bringt „GOETHES Briefwechsel mit WACKENRODER", der bisher nur teilweise bekannt war, vollständig. Sämtliche Briefe — drei von GOETHE und elf von WACKENRODER — stammen aus GOETHES letzten Lebensjahren. Es handelt sich um chemische Fragen, die den hohen Greis bewegen und die der junge Jenaer Professor der Pharmazie auf Grund sorgfältiger Analysen beantwortet. Vor allem wollte GOETHE wissen, ob „die Blasen der Colutea arborescens, welche, wie bekannt, nach der Befruchtung sich aufblähen, mit irgendeinem besonderen oder entschiedenen Gase" gefüllt seien. Er erwartete dies, da er hier die Wirkung eines besonderen vegetabilischen, auf der Pflanzenmetamorphose beruhenden Vorgangs vermutete. Die mehrfachen Untersuchungen WACKENRODERS ergaben jedoch, daß die Zusammensetzung des Gases nur wenig von der der atmosphärischen Luft abwich. Geradezu Ehrfurcht erweckend ist der letzte Brief GOETHES, den er am 21. Januar 1832 schrieb; er zeigt, wie wunderbar reich und tief das naturwissenschaftliche Interesse des Zweiundachtzigjährigen noch zwei Monate vor seinem Tode gewesen ist. Auf die übrigen Abhandlungen, so wertvoll sie auch sämtlich sind, kann leider an dieser Stelle nicht eingegangen werden. Hinzugefügt sei nur noch, daß die auch in der Ausstattung schöne Festschrift mit einem guten Bildnis des „Meisters und Führers" der Chemiehistoriker geschmückt ist.

JULIUS SCHIFF, Breslau.

KOLTHOFF, J. M., **Die Maßanalyse.** Unter Mitwirkung von H. MENZEL. 1. Teil: Die theoretischen Grundlagen der Maßanalyse. Berlin: Julius Springer 1927. XII, 254 S. und 20 Abbildungen. Preis geh. RM 10.50, geb. RM 11.70.

Es wirkt heute schon als ein Gemeinplatz, wenn man der befruchtenden Wirkung der physikalischen Chemie auf die analytische Chemie dankbar gedenkt, und trotzdem kann man sich dieses Hinweises, angesichts des vorliegenden kleinen, wie von vornherein gesagt werden muß, ausgezeichneten Werkes nicht enthalten. Wie hat sich die Methodik der Maßanalyse entwickelt seit der ersten, unter dem Einflusse des klassischen Buches WILHELM OSTWALDS entstandenen Experimentalarbeit von F. W. KÜSTER: „Über das Verhalten der Indicatoren" im Jahre 1896! Aus einer Sammlung empirischer Verfahren, wie sie die chemische Technik und Wissenschaft zur schnellen Bewältigung lästiger analytischer Arbeiten verlangte, ist ein logisch aufgebauter, fast schon streng mathematischer Sonderzweig der chemischen Wissenschaft geworden. Nicht nur bekannte Methoden kann man erschöpfend theoretisch begründen, sondern auch neue, noch unerprobte, kann man voraussagen und in vielen Fällen ihre Anwendbarkeit und ihre Fehlergrenzen von vornherein festlegen.

KOLTHOFF, der seit vielen Jahren selbst grundlegende maßanalytische Experimentalarbeit geleistet hat, bringt in diesem ersten Teile seines Werkes die theoretischen Grundlagen fast vollständig. Er behandelt alle prinzipiellen Methoden der Maßanalyse, sowohl die altbekannten Neutralisationsmethoden, Oxydations- und Reduktionsverfahren usw., wie die physikalisch-chemischen Methoden der konduktometrischen und potentiometrischen Analyse, bespricht die Wirkungen der Indicatoren, berücksichtigt die Reaktionsgeschwindigkeit, die Katalyse, die Adsorptionserscheinungen, die Titrierfehler und vieles andere mehr. Es gelingt, soweit es unsere Kenntnis der einschlägigen Konstanten gestattet, die bekannten maßanalytischen Methoden teilweise restlos theoretisch zu begründen. Wo dies nicht möglich ist, wird auf die vorhandenen Lücken hingewiesen und so starke Anregung zu neuen Forschungen gegeben.

Es ist hiernach ein ungewöhnlich anregendes Werk geschaffen, das sowohl durch die sinngemäße Zusammenfassung des Bekannten wie durch die Darstellung von neuen Gesichtspunkten Bedeutung hat. Seine Wirkung für die weitere Entwicklung der Maßanalyse muß hoch eingeschätzt werden. Mit größtem Interesse wird man der Veröffentlichung des zweiten Teiles, der die praktische Maßanalyse enthalten soll, entgegensehen.

A. ROSENHEIM, Berlin.

FISCHER, A., **Elektroanalytische Schnellmethoden.** Elektroanalyse unter Bewegung von Elektrolyt oder Elektrode. Zweite neubearbeitete und verbesserte Auflage von A. SCHLEICHER (Die chemische Analyse, herausgegeben von M. MARGOSCHES, Bd. 4/5.) Stuttgart: Ferdinand Enke 1926. 430 S., 45 Abbildungen und 136 Tabellen. Preis geh. RM 24.—, geb. RM 26.40.

Seitdem der elektrische Strom von GIBBS zum ersten Male im Jahre 1864 zur Abscheidung von Kupfer und Nickel in der quantitativen Analyse verwendet wurde, ist die Elektroanalyse ein wichtiger Sonderzweig der analytischen Chemie geworden. Vor allem durch umfangreiche Untersuchungen von CLASSEN und von SMITH wurden die elektroanalytischen Methoden in den folgenden Jahren vervollkommnet; doch blieb ihre Anwendbarkeit eine verhältnismäßig beschränkte, da naturgemäß nur diejenigen Metalle aus wässeriger Lösung ausgefällt werden konnten, deren Zersetzungspannung niedriger als die des Wasserstoffes war, oder deren Potential wenigstens durch Überführung in komplexe Bindung in diesem Sinne verändert werden konnte. Hierbei konnten nur schwache Ströme verwendet werden, da die Abscheidung der Metalle in einer Form erfolgen muß, in der die Niederschläge fest an den zu wägenden Elektroden haften, und demgemäß verliefen die Fällungen nur langsam.

Trotzdem mit der wachsenden Erkenntnis elektrochemischer Vorgänge auch diese elektroanalytischen Methoden sich vervollkommneten, wurde das Anwendungsgebiet des Verfahrens erst wesentlich erweitert, als man vor ungefähr 25 Jahren die Wichtigkeit der Bewegung des Elektrolyten oder der Elektroden für die Form der Metallfällungen erkannte. In bewegten Elektrolyten kann man mit starken Strömen arbeiten, ohne daß die Natur des fest haftenden Metallniederschlages gefährdet wird. Das Verfahren wird zu einer Schnellmethode, die in einem Bruchteil der früher zu analytischen Bestimmungen notwendigen Zeit sehr genaue Werte ergibt. Mit den neuen, aus dieser Erkenntnis sich ergebenden Apparaturen kann man, unter Beobachtung und Regulierung der Zersetzungsspannung, manche in den chemischen Eigenschaften nahe verwandte Metalle elektroanalytisch voneinander trennen.

Die größten Verdienste um die Ausarbeitung und die Vervollkommnung dieser Verfahren hat sich neben dem Engländer H. J. S. SAND der Verfasser des vorliegenden Werkes, A. FISCHER, erworben, der den größten Teil seiner Lebensarbeit diesen Aufgaben widmete. In wenigen Jahren wurde die Methodik der elektroanalytischen Schnellfällungen erschöpfend bearbeitet. Wenn auch in den folgenden Jahrzehnten

(seit 1901) eine Reihe neuer Anwendungen experimentell erprobt wurden, so waren prinzipiell neue Fragen nicht mehr zu lösen.

Die erste Auflage des vorliegenden Buches (im Jahre 1908) enthielt in umfassender Weise, klar dargestellt das gesamte vorhandene Material. Sie ist zu dem klassischen Werke dieses Gebietes geworden. Der Herausgeber der zweiten Auflage konnte sich im wesentlichen darauf beschränken, die theoretischen Grundlagen der Elektroanalyse, soweit sie seit dem Jahre 1908 eine Erweiterung erfahren haben, neu zu bearbeiten und ferner die neuen Apparaturen und die wenigen neuen Methoden hinzuzufügen. Dies hat er unter pietätvoller Wahrung der Einteilung und des Inhaltes der ersten Auflage in klarer und verständnisvoller Weise getan, und er hat damit das verdienstvolle Werk vollständig auf der Höhe unserer jetzigen Kenntnisse gehalten. A. ROSENHEIM, Berlin.

Chemisches Zentralblatt, Sach- und Formelregister 1925. Herausgegeben im Auftrag der Deutschen Chemischen Gesellschaft von den Schriftleitern M. PFLÜCKE und E. BEHRLE. Leipzig und Berlin: Verlag Chemie 1926. 626 S.

Das übliche Jahresregister des Chem. Zentralbl. ist diesmal nach beachtenswerten neuen Gesichtspunkten bearbeitet worden, welche seinen Inhalt über das Niveau der bloßen Inhaltsdarstellung eines Referierorgans hinausheben und einen Hinweis in dies. Zeitschr. erwünscht machen.

Neu ist vor allem die Zusammenfassung ganzer Gruppen von Artikeln durch kollektive Stichworte. Solche Stichworte sind z. B. Alkaloide, Atmung, Atomstruktur, Bakterien, Enzyme, Blut, Vitamine, Spektroskopie und Röntgenspektroskopie, Zuckerfabrikation, Proteine, Kolloide und viele andere. Sachlich verwandte Einzelheiten sind nun nicht mehr nach den zufälligen Anfangsbuchstaben der verschiedenen Einzelschlagworte über das ganze Register verstreut, sondern durch geschickt ausgewählte Oberbegriffe an einer einzigen Stelle konzentriert, auf die an den übrigen Stellen des Registers nur hingewiesen wird. Diese neue Anordnung erinnert den Benutzer automatisch an alle mit seiner Spezialfrage zusammenhängenden Untersuchungen. Damit erfüllt das Register zugleich die Aufgaben eines gedrängten Jahresberichts, wobei es besonders wertvoll wird durch seine Vollständigkeit.

Eine zweite Neuerung bildet die Aufnahme eines Formelregisters für alle ihrer Zusammensetzung nach bekannten Verbindungen, über die im Jahrgang 1925 des Zentralblattes referiert wurde. Das Formelregister ist nach dem bekannten System M. M. RICHTERS geordnet. Mit seiner Hilfe ist die Aufsuchung aller Verbindungen mit geringer Literatur in kürzester Zeit möglich. Bei Verbindungen mit großer Literatur muß freilich vom Formelregister auf das Sachregister zurückgegriffen werden. Der hervorragende Wert derartiger Formelregister bedarf gewiß heute keiner Betonung mehr. Die Formelregister werden in Zukunft mit dem weiteren Anschwellen des zu registrierenden chemischen Stoffmaterials noch immer weiter an Bedeutung gewinnen und müßten doch wohl unter allen Umständen, wie auch in Zukunft die Sachregister auch organisiert sein werden, mit zuverlässiger Vollständigkeit weitergeführt werden.

Eine dritte Neuerung ist im Sachregister bei der Anordnung der organischen Verbindungen eingeführt. Sie sind, wenigstens zum Teil, nicht mehr nach dem bisher benutzten Prinzip der rein alphabetischen Anordnung nach ihren Anfangsbuchstaben aufgenommen. Vielmehr bestimmt jetzt — und damit folgt man wohl dem Beispiel der Chemical Abstracts — der Anfangsbuchstabe des charakteristischen Hauptbestandteils der Verbindung den Platz der alphabetischen Einordnung. Z. B. findet sich Nitrobenzol nicht mehr unter diesem Namen, sondern unter „Benzol, -nitro". Auf diese Weise soll erreicht werden, daß sich z. B. alle wichtigen Substitutionsprodukte eines Kohlenwasserstoffes an der Registerstelle des zugrunde liegenden Kohlenwasserstoffes mit diesem vereinigt auffinden lassen. So vorteilhaft dieser Gesichtspunkt zunächst erscheinen mag, so skeptisch muß bei eingehender Betrachtung die Möglichkeit seiner konsequenten Durchführung beurteilt werden, denn in vielen Fällen dürfte die Festsetzung, was bei einer Verbindung als charakteristischer Hauptbestandteil, was als Substituent anzusprechen ist, nicht ohne Willkür zu treffen sein. Sobald aber ein derartiges System nicht konsequent durchzuführen ist, kann es, statt Erleichterung zu bringen, zu einer Quelle der Irrtümer werden. Ein Benutzer, der Chlorbenzol unter „Benzol, -chlor", Nitrobenzol unter „Benzol, -nitro" findet, wird wahrscheinlich auch Benzonitril unter „Benzol, -cyan" suchen, und wenn er es dort nicht findet, wird er irrigerweise annehmen, daß es im Register nicht vorhanden ist. Man darf also gespannt sein, ob dieses Experiment sich längere Zeit wird durchführen lassen. Und man könnte überhaupt bezweifeln, ob es richtig ist, mit derartigen Experimenten den Wert des Jahresregisters als Nachschlagewerk zu beeinträchtigen. Denn gewiß ist, daß bei der Benutzung derartiger, in fortlaufender Bandzahl erscheinender Nachschlagewerke ein Wechsel der Registriergrundsätze außerordentlich störend ist.

Von diesem einen Punkt abgesehen möchte der Referent das Jahresregister in seiner neuen Gestalt als eine vorzüglich gelungene und überaus wertvolle Erscheinung betrachten. M. BERGMANN, Dresden.

ZSIGMONDY, RICHARD, **Über Kolloidchemie.** 2. Auflage. Leipzig: Joh. A. Barth 1925. 53 S. und 2 farbige Tafeln. Preis RM 3.60.

Das Büchlein enthält die Wiedergabe des auf der Naturforscherversammlung zu Stuttgart im Jahre 1906 gehaltenen Vortrages über Kolloidchemie, die damals, nicht lange nach der von SIEDENTOPF und ZSIGMONDY gemachten Erfindung des Ultramikroskopes, ihren Aufschwung zu nehmen begann. Wenn inzwischen auch die Erkenntnisse auf diesem Gebiete in die Weite und Breite gewachsen sind, so erheben sie sich doch auf dem alten Grunde. Ja, man wird beim Lesen dieses in so anschaulicher Weise eine erste Einführung in die Kolloidchemie vermittelnden Vortrages, der wörtlich, nur mit dem heutigen Stande der Erkenntnis entsprechenden Fußnoten versehen, zum Abdruck gelangt ist, wohl nicht ohne Überraschung feststellen, daß tatsächlich weniger eigentliche Korrekturen als Ergänzungen und Erläuterungen erforderlich gewesen sind, um seinen Inhalt auch heute noch giltig erscheinen zu lassen.

Dieses historische Interesse rechtfertigt durchaus eine Neuauflage und wird auch dem Kolloidchemiker eine erneute Lesung des Heftes verlockend machen. Davon abgesehen wird infolge nicht eingetretener Veraltung diese kurze Darstellung der Hauptprobleme der Kolloidchemie von berufenster Seite auch dem Fernerstehenden willkommen sein.

LOTHAR HOCK, Gießen.

Astronomische Mitteilungen.

Spektroskopische Parallaxen. Die große Bedeutung, die der Bestimmung der Leuchtkraft und der Entfernung der Sterne aus Eigenschaften des Spektrums zukommt, hat mehrfach zu Untersuchungen Anlaß gegeben, die einerseits die Schärfe der Bestimmung zu verbessern und andererseits den Anwendungsbereich zu erweitern trachten. Die ursprüngliche Methode beruht auf einem empirischen Zusammenhang zwischen dem Intensitätsverhältnis gewisser Paare von Spektrallinien und der Leuchtkraft. Da diese Beziehung theoretisch zwar verständlich, aber nicht quantitativ herzuleiten ist, muß sie durch Sterne, deren Entfernung bekannt ist, geeicht werden. Infolge der Fortschritte in der trigonometrischen Bestimmung von Fixsternentfernungen können die spektroskopischen Parallaxen in ihrem ursprünglichen Bereich (Spektraltypen F bis M) bereits auf eine viel sicherere Basis gestellt werden, womit ein neuer Ansporn gegeben ist, die Methode auch auf die Klassen B und A auszudehnen.

Eine Mount Wilson-Arbeit[1]) benutzt die alte Methode zu einer Neubestimmung von M-Sternen. Die Sterne werden nach der Intensität der Titanbanden in Unterklassen Mo bis M7 eingeteilt (in M8 und M9 würden langperiodische Veränderliche fallen). Durchweg werden jedoch Riesen und Zwerge (nach den spektralen Kennzeichen) getrennt behandelt. Bei Riesensternen werden eine Reihe Eisenlinien niedriger Temperatur, H_γ, H_β und eine Linie des ionisierten Strontiums benutzt, bei Zwergsternen Linien von Calcium, Titan und Strontium. Die Zahl der benutzten Linien ist erheblich größer als bei der früheren Bestimmung. Die Eichung erfolgt bei Zwergsternen durch trigonometrische Parallaxen; bei den Riesensternen (wo die trigonometrischen Parallaxen nicht ausreichen) wird für Gruppen von Sternen die durchschnittliche Entfernung, bestimmt aus der durchschnittlichen Radialgeschwindigkeit und Eigenbewegung (Ortsveränderung an der Sphäre), benutzt. In einem Katalog werden die Leuchtkräfte und Parallaxen von 410 M-Sternen gegeben. Als mittlere Leuchtkraft der Riesen ergibt sich der Wert (in Größenklassen; Leuchtkraft der Sonne + 5) — 0,2. Die hellsten Sterne erreichen — 4.5, die schwächsten Riesen liegen bei + 0.7. Die Riesensterne haben in allen Klassen Mo—M7 die gleiche durchschnittliche Helligkeit. Bei den Zwergen besteht aber eine deutliche Abhängigkeit der Leuchtkraft vom Spektraltypus: + 8.2 bei Mo und + 11.3 bei M5. Dieser Zusammenhang ist so eindeutig, daß es möglich erscheint, bei Zwergsternen des M-Typus die Leuchtkraft durch scharfe Klassifizierung des Spektrums zu bestimmen. Zwischen dem schwächsten Riesen mit + 0.7 und dem hellsten Zwerg mit + 7.0 klafft eine Lücke von 6 Größenklassen. Selbst wenn man berücksichtigt, daß die beobachteten Zwergsterne Sterne mit großer Eigenbewegung, also kleiner Entfernung sind, solche mit größerer Leuchtkraft somit durch das Auswahlprinzip großenteils ausgeschlossen werden, erscheint es hiernach unwahrscheinlich, daß es viele Sterne zwischen diesen Grenzen der Leuchtkraft geben könnte.

Douglas[2]) macht den Versuch, die übliche Methode auch bei A-Sternen in Anwendung zu bringen. Er benutzt Aufnahmen, die am großen Yerkes-Refraktor mit einem 1 Prisma-Spalt-Spektrographen gemacht worden sind, und eicht durch Sterne des Ursa major- und des Taurusstromes und andere mit bekannter trigonometrischer Parallaxe. Er findet 4 Linienpaare, für die sich ein klarer Zusammenhang zwischen Intensitätsverhältnis und Leuchtkraft ergibt. Außerdem findet er bei 3 Linien (λ 4481, H_δ und K) Beziehungen zwischen der Breite der Linien und der Leuchtkraft. Douglas weist auf die Merkwürdigkeit hin, daß sich bei keinem der 7 Kriterien ein einfacher Kurvenzug ergibt, daß vielmehr in jedem Falle mindestens zwei getrennte, aber in sich geschlossene Kurven durch die Eichpunkte gelegt werden müssen. Daß die Methode zu prinzipiell richtigen Resultaten führt, wird an 12 Doppelsternen gezeigt, bei denen sich innerhalb der Beobachtungsgenauigkeit die Differenz der Leuchtkräfte ebenso groß ergibt wie die beobachtete Differenz der scheinbaren Helligkeiten.

Ein anderes Kriterium sucht Ch'ing-Sung Yü[1]). Er benutzt statt einfacher Linien die kontinuierliche Wasserstoffabsorption, die sich auf der ultravioletten Seite an den Kopf der Balmerserie anschließt. Den Betrag dieser Absorption (im Verhältnis zur ungeschwächten Strahlung) versucht er mit der Leuchtkraft in Verbindung zu bringen. Es zeigt sich jedoch, daß weder für die ganze Klasse A noch für irgendeine Unterklasse eine klare Beziehung vorhanden ist. Ch'ing-Sung Yü vermutet, daß der sehr große Temperaturgang innerhalb der Klasse A, durch den die Temperatur innerhalb jeder Unterklasse nicht mehr als konstant angesehen werden kann, hier wie bei anderen Versuchen stört. Er entschließt sich deshalb, die Temperatur als maßgebende Variable einzuführen. Er stellt also die kontinuierliche Wasserstoffabsorption als Funktion der Temperatur und der Leuchtkraft dar und kann dann nach Eichung dieser Beziehung aus der Temperatur und der Absorption die Leuchtkraft bestimmen. Eine analoge Beziehung besteht auch für die Wasserstofflinie H_γ. Die Benutzung der kontinuierlichen Absorption hat aber den Vorteil der Unabhängigkeit von Spaltweite und Dispersion und der Unempfindlichkeit gegen Bildmängel bei Aufnahmen mit dem Objektivprisma.

Da die anderen Methoden der Leuchtkraftbestimmung im A-Typus eine scharfe Einteilung in Unterklassen, also ebenfalls eine Ordnung nach der Temperatur, voraussetzen, so bedeutet das Vorgehen Ch'ing-Sung Yüs eigentlich nicht die Neueinführung der Temperatur als bestimmenden Faktor, sondern einen Versuch, die Temperatur schärfer zu berücksichtigen. Das ist aber nur durch Kenntnis oder gleichzeitige Bestimmung der individuellen Temperatur der behandelten Sterne möglich. Darin liegt eine praktische Schwierigkeit, und daran liegt es vielleicht auch, daß ein Vergleich mit den trigonometrischen Parallaxen des McCormick-Observatoriums[2]) noch keinen Gewinn gegenüber den Mount Wilson-Parallaxen feststellen läßt. Kr.

[1]) Adams, Joy, Humason, The absolute magnitudes and parallaxes of 410 stars of type M. Astrophys. Journ. **64**, 225. 1926.

[2]) Douglas, Spectroscopic magnitudes of A-type stars. Astrophys. Journ. **64**, 262. 1926.

[1]) Ch'ing-Sung Yü, A proposed spectroscopic method for determining the absolute luminosities of class A stars. Lick Observatory Bulletin **12**, 155. 1926.

[2]) Mitchell, A comparison of the spectroscopic parallaxes of Yü with the McCormick trigonometric values. Publications of the Astronomical Society of the Pacific **38**, 381. 1926.

Herausgeber und verantwortlicher Schriftleiter: Privatdoz. e. h. DR. ARNOLD BERLINER, Berlin W 9.
Verlag von Julius Springer in Berlin W 9. — Druck der Spamerschen Buchdruckerei in Leipzig.